

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

PATRICK SANTOS DE SOUZA

**REVITALIZAÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA EM ÁREA URBANA:
PERSPECTIVAS DE RESTABELECIMENTO DA QUALIDADE
HIDROGEOMORFOLÓGICA DO CÓRREGO GRANDE
(FLORIANÓPOLIS/SC).**

FLORIANÓPOLIS
2014

Patrick Santos de Souza

**REVITALIZAÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA EM ÁREA URBANA:
PERSPECTIVAS DE RESTABELECIMENTO DA QUALIDADE
HIDROGEOMORFOLÓGICA DO CÓRREGO GRANDE
(FLORIANÓPOLIS/SC).**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal de Santa
Catarina, para a obtenção do Grau de
Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Juan Antonio
Altamirano Flores.

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Souza, Patrick Santos de

Revitalização de cursos d'água em área urbana :
perspectivas de restabelecimento da qualidade
hidrogeomorfológica do Córrego Grande (Florianópolis/SC) /
Patrick Santos de Souza ; orientador, Juan Antonio
Altamirano Flores - Florianópolis, SC, 2014.
208 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa
de Pós-Graduação em Geografia.

Inclui referências

1. Geografia. 2. Revitalização de cursos d'água urbanos.
3. Morfologia e dinâmica fluvial. 4. Avaliação de qualidade
hidrogeomorfológica. 5. Rio Córrego Grande. I. Flores, Juan
Antonio Altamirano. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

Patrick Santos de Souza

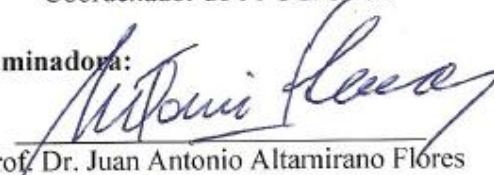
**Revitalização de cursos d'água em área urbana:
Perspectivas de restabelecimento da qualidade
hidrogeomorfológica do Córrego Grande
(Florianópolis/SC)**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Geografia”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Geografia.

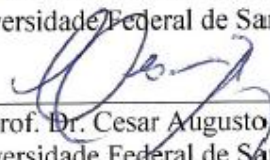
Florianópolis, 01 de outubro de 2014.

Prof. Dr. Márcio Rogério Silveira
Coordenador do PPGG/UFSC

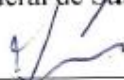
Banca Examinadora:



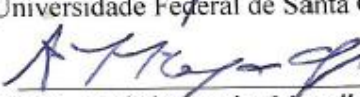
Prof. Dr. Juan Antonio Altamirano Flores
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Cesar Augusto Pompêo
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Joel Robert Georges Marcel Pellerin
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Antônio Pereira Magalhães Júnior
Universidade Federal de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

Expresso aqui o meu profundo agradecimento a todos àqueles que, de maneiras variadas, contribuíram à realização desta dissertação.

Agradeço, especialmente, ao professor Cesar Augusto Pompêo, por seu permanente apoio e disponibilidade irrestrita desde o nosso primeiro contato, no ano de 2010. Ao longo destes anos, foram inúmeras reuniões que me possibilitaram contar com seu vasto conhecimento, generosidade, amizade e vocação docente, que, seguramente, foram essenciais para a realização desta dissertação.

Ao professor Juan Antônio Altamirano Flores, por aceitar a orientação.

Aos professores Antônio Pereira Magalhães Júnior e Joel Pellerin, membros da banca examinadora, pelas sugestões apontadas.

À colega Jucimara Andreza Rigotti, que gentilmente produziu os desenhos de seções transversais.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos concedida para a realização desta pesquisa.

Ao meu companheiro Djan Belli, pelo apoio constante e por sempre me fazer acreditar na minha capacidade de tornar meus objetivos possíveis.

A todos os meus amigos, pelos adoráveis momentos de descontração, em especial aos amigos Luiz Gonzaga Lamego Neto, Jailson Vieira, Danilo Gutierrez Gerly Sánchez, pelo carinho com que sempre me ouviram e pelas palavras de incentivo para que eu pudesse prosseguir, com serenidade, os meus estudos durante o mestrado.

À minha família, em especial à minha mãe, pelos valores e amor depositados na minha formação.

A todos, minha gratidão.

RESUMO

Cursos d'água de áreas urbanas sofrem, frequentemente, intervenções que alteram a sua dinâmica natural e, por conseguinte, suas qualidades física e ecológica. Conforme Ollero et al. (2008), quando se pretende conservar ou recuperar um rio como ecossistema e corredor ambiental deve-se, primeiramente, proteger ou reparar a sua dinâmica hidrogeomorfológica, visto que os rios que mantêm essa dinâmica natural ativa têm boas condições de proteger os elementos constituintes do sistema fluvial e as suas relações. Neste contexto, a presente pesquisa discute limites e possibilidades de restabelecimento da dinâmica hidrogeomorfológica do rio Córrego Grande, localizado em Florianópolis/SC, sob as restrições impostas pela ocupação urbana da bacia hidrográfica, visando à revitalização fluvial. A partir da caracterização física da bacia do Córrego Grande e por intermédio do Índice de Valoração Hidrogeomorfológica (IHG) foi possível conhecer as pressões humanas sobre o sistema fluvial e as suas respostas em termos hidrológico e geomorfológico em trechos funcionalmente homogêneos do curso d'água, refletidas nos padrões de qualidade (i) funcional do sistema; (ii) do corredor ribeirinho e (iii) do canal fluvial. A metodologia aplicada permitiu a recomendação de ações para reduzir os impactos sobre a dinâmica hidrogeomorfológica e, deste modo, proporcionar maior riqueza de espécies e produção de biomassa aos ecossistemas fluviais urbanos.

Palavras-chave: revitalização de cursos d'água urbanos; morfologia e dinâmica fluvial; avaliação de qualidade hidrogeomorfológica; rio Córrego Grande.

ABSTRACT

Watercourses in urban areas frequently suffer interventions that alter its natural dynamics and also, as a consequence, its physical and ecological properties. According to Ollero et al. (2008), in order to conserve or recover a river as an ecosystem and environmental corridor, its hydro-geomorphological dynamic must first be protected or repaired, since the rivers that maintain this natural dynamic active are in a good position to protect the fluvial system's constituent elements and their relations. In this context the present research discusses limits and possibilities for the reestablishment of the hydro-geomorphological dynamic to the Córrego Grande river, located in Florianópolis/SC, under the restrictions imposed by the urban occupation of the catchment area, targeting fluvial revitalization. Using the physical characterization of the Córrego Grande catchment area and the IHG protocol it was possible to measure the human pressure upon the fluvial system and its responses in hydrological and geomorphological terms in functionally homogeneous reaches of the watercourse, reflected in the (i) system's functional quality; (ii) riparian corridor's quality; (iii) fluvial channel's quality. Using the applied methodology it was possible to recommend actions to reduce the impacts on hydro-geomorphological dynamics and thus provide greater species richness and biomass production to urban river ecosystems.

Keywords: urban watercourses revitalization, fluvial morphology and dynamics, hydro-geomorphological quality evaluation, Córrego Grande river.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bacia hidrográfica do Itacorubi..	35
Figura 2 - Relações de controle da morfologia de rios aluviais..	44
Figura 3 - Modos de ajuste na forma de canais aluviais.....	45
Figura 4 - Perfil longitudinal dividido em zona de produção, de transferência e de deposição.....	46
Figura 5 - Configuração de 4 tipos básicos de padrão de canais em planta.....	48
Figura 6 - Variações nos padrões de canais fluviais em função do tipo de carga segundo Schumm, 1981.....	50
Figura 7 - Comparação entre a morfologia de curso natural e de um canal fluvial modificado.....	59
Figura 8 - Diagrama esquemático da distinção entre os termos restauração, reabilitação e remediação.....	65
Figura 9 - Representação das grandezas utilizadas no cálculo da sinuosidade: comprimento real do rio principal (C _{rp}) e o comprimento vetorial do canal (C _t).....	74
Figura 10 – Curva hipsométrica da bacia do Córrego Grande..	81
Figura 11 - Curva de distribuição de declividades da bacia do Córrego Grande.....	87
Figura 12 - Topossequência típica do setor oeste da Ilha de Santa Catarina..	92
Figura 13 - Gráfico do total de precipitação média mensal e distribuição do número médio de dias de chuva mensal para o período de 65 anos..	96
Figura 14 – Afluentes incorporados ao sistema urbano de drenagem. (A) Afluente localizado na rua Mediterrâneo, esquina com rua Aldo Krieger; (B) Afluente localizado na rua Florenza, esquina com rua Gibraltar. (C) Afluente localizado próximo à Praça Edison P. Nascimento.	101
Figura 15: Seções transversais do Córrego Grande.....	103
Figura 16 - Perfil longitudinal do rio principal.	104
Figura 17 – Mosaico de fotografias aéreas do ano de 1938: (1) atual rua João Pio Duarte (2) atual rua Sebastião Laurentino da Silva (3) atual rua Rosa.....	107
Figura 18 – Fotografias de 1938. Detalhe para (A) bairro Córrego	108
Figura 19 – Fotografias de 1938. Detalhe para (A) rio Córrego Grande; (B) zona úmida; (C) rio Ana D'Ávila.	110
Figura 20 - Mosaico de fotografias aéreas do ano de 1957: (1) atual rua João Pio Duarte (2) atual rua Sebastião Laurentino da Silva.	111

Figura 21- Fotografias de 1957. Detalhe para (A) zona úmida (B) caminhos preferenciais de escoamento (C) canais de drenagem construídos (D) curso d'água na confluência com rio Ana D'Ávila...	113
Figura 22 – Fotografias de 1957. Detalhe para (A) mancha de reflorestamento na área conhecida como Fazendinha; (B) rio Córrego Grande (C) e (D) afluentes do Córrego Grande.	114
Figura 23 – Fotografias de 1957. Detalhe para (A) rio Ana D'Ávila (B) trecho do Córrego Grande que sofreu retificação longitudinal.	115
Figura 24 – Mosaico de fotografias aéreas do ano de 1969: (A) rua Acadêmico Reinaldo Consoni (B) rua Sebastião Laurentino na Silva (C) rua Aldo Krieger (D) atual Bairro Santa Mônica.	116
Figura 25 - Comparação do traçado do rio Córrego Grande nos anos de 1957 e 1969.	118
Figura 26 – Mosaico de fotografias aéreas do ano de 1977: (A) loteamento Jardim Anchieta (B) loteamento Parque São Jorge (C) Loteamento Jardim Guarani (D) bairro Santa Mônica.	119
Figura 27 - Comparação do traçado do rio Ana D'Ávila nos anos de 1969 e 1978: (A) rio Córrego Grande (B) rio Ana D'Ávila.	120
Figura 28 – Mosaico de fotografias aéreas de 1998: (A) Jardim Anchieta (B) Parque São Jorge (C) Jardim Guarani (D) Jardim Albatroz (E) Jardim Itália (F) Construções ao longo da rua Sebastião Laurentino da Silva (G) Jardim Germânia.	122
Figura 29 – Comparação do traçado do rio Córrego Grande nos anos de 1977 e 1998.	123
Figura 30 – Canal construído entre o rio do Meio e o rio Córrego grande.	124
Figura 31 – Mosaico de fotografias aéreas de 2012: (A) Jardim Germânia (B) Parque São Jorge II (C) Domus Augusta (D) Jardim Albatroz (E) adensamento residencial próximo à trilha do Poção.	125
Figura 32 - Fotografias de 2012. Detalhe para o traçado do rio Córrego Grande e construções às suas margens.	126
Figura 33 - Rio Córrego Grande dividido em trechos funcionalmente homogêneos em função da morfologia do canal e da morfologia do vale.	132
Figura 34- Perfil longitudinal do trecho 01.	133
Figura 35 - Trecho do rio Córrego Grande seguindo falha desenvolvida na rocha.	134
Figura 36 - Perfil longitudinal do trecho 02.	135
Figura 37 - Paredes verticalizadas no trecho 3 formando garganta. ..	137
Figura 38 – Perfil longitudinal do trecho 3.	138

Figura 39 – Córrego Grande no trecho 3. Detalhe para (A) Desnível topográfico abrupto na área conhecida como Poção. B) Pequenos seixos produzidos pelo ganho de energia da corrente e adicionados aos sedimentos ativos.	139
Figura 40 – Trecho 3. Detalhe para (A) disposição de blocos angulosos no leito formando a morfologia em degraus e poços. (B) Agrupamento de blocos e matacões no leito formando um grande poço.	140
Figura 41 – Trecho 3. Detalhe para (A) Captação artesanal utilizada pela comunidade local; (B) Cavidade produzida para a dessedentação de animais.	142
Figura 42- Perfil longitudinal do trecho 4.	143
Figura 43 – Perfil longitudinal do trecho 5.	146
Figura 44 – Trecho 5. Detalhe para (A) disposição de blocos no leito e (B) formação de poço.	146
Figura 45 – Trecho 5. Detalhe para (A) Parede granítica com fraturas paralelas NE; (B) rocha exibindo fratura com orientação N 57° E.	147
Figura 46 – Trecho 5. Estrutura de ponte alterando a naturalidade do ambiente fluvial.	150
Figura 47- Perfil longitudinal do trecho 6.	150
Figura 48 - Trecho 6 exibindo pequenos blocos graníticos trazidos pela corrente.	151
Figura 49 - Perfil longitudinal do trecho 7.	154
Figura 50 - Obras de alargamento do Rio Córrego Grande em um trecho à jusante do trecho 7.	155
Figura 51-Trecho alterado do Córrego Grande. (A) lançamento de águas pluviais; (B) Vegetação removida e construções junto às margens do rio.	158
Figura 52 – Trecho alterado do Córrego Grande. (A) Vegetação no leito dificultando a mobilidade de sedimentos. (B) Banco de sedimentos junto ao entroncamento com o afluente Ana D'Ávila.	158
Figura 53 - Representação visual do nível de qualidade hidrogeomorfológica de cada trecho estabelecido.	160
Figura 54 - Corredor Ecológico proposto pelo Projeto Parque Linear do Córrego Grande. Fonte: Projeto Parque Linear do Córrego Grande, 2011.	179

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Intervalos de referência indicativos do nível de qualidades parciais do sistema fluvial.	75
Quadro 2 - Intervalos de referência indicativos do nível de qualidade hidrogeomorfológica do sistema fluvial.	76
Quadro 3 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade funcional do sistema fluvial. Trecho 2.	135
Quadro 4 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 2.	136
Quadro 5 Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade da vegetação ripária. Trecho 2.	136
Quadro 6 - Síntese da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Trecho 2.	137
Quadro 7 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 3.	140
Quadro 8 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 3.	141
Quadro 9 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade da vegetação ripária. Trecho 3.	142
Quadro 10 - Síntese da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Trecho 3.	142
Quadro 11 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 4.	143
Quadro 12 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 4.	144
Quadro 13 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade da vegetação ripária. Trecho 4.	145
Quadro 14 - Síntese da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Trecho 4.	145
Quadro 15 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 5.	148
Quadro 16 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 5.	148
Quadro 17 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade da vegetação ripária. Trecho 5.	149
Quadro 18 - Síntese da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Trecho 5.	149
Quadro 19 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 6.	151

Quadro 20 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 6	152
Quadro 21 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade da vegetação ripária. Trecho 6.....	152
Quadro 22 - Síntese da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Trecho 6.	153
Quadro 23 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 7.	156
Quadro 24 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 7.	157
Quadro 25 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade da vegetação ripária. Trecho 7.....	157
Quadro 26 - Síntese da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Trecho 7.	158
Quadro 27 – Condição esperada para ambientes fluviais não impactados por ações humanas.	163
Quadro 28 - Síntese dos impactos identificados com apontamentos sobre os trechos do rio onde eles se refletem e a natureza de cada impacto.	164
Quadro 29 - Impactos observados no ambiente fluvial do Córrego Grande relacionados aos trechos de ocorrência e à escala dos processos.	166

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa de descargas de pico e risco de ocorrência correspondente.	98
Tabela 2 - Dados morfométricos da bacia do Córrego Grande.	99
Tabela 3 - Dados de drenagem da bacia do Córrego Grande.	99
Tabela 4 - Resultado da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico ao rio Córrego Grande – Pontuação geral e níveis de qualidade.	159

LISTA DE MAPAS

Mapa 1- Bacia hidrográfica do Itacorubi e subdivisões..	37
Mapa 2 - Altimetria da Bacia Córrego Grande..	80
Mapa 3 - Mapa Geomorfológico da Bacia do Córrego Grande.	83
Mapa 4 – Classes de declividade estabelecidas para a bacia do Córrego Grande.....	86
Mapa 5 - Exposição das Vertentes da Bacia do Rio Córrego Grande..	88
Mapa 6 - Mapa geológico da bacia do Córrego Grande.....	91
Mapa 7 - Mapa de solos da bacia do Córrego Grande.....	93
Mapa 8 – Drenagem da bacia do Córrego Grande.	100
Mapa 9: Localização de afluentes incorporados ao sistema urbano de drenagem e seções transversais esquematizadas..	102
Mapa 10 - Mapa de usos da terra da BHCG no ano de 1957.	127
Mapa 11 - Mapa de usos da terra da BHCG no ano de 1977.	128
Mapa 12- Mapa de usos da terra da BHCG no ano de 1998.	129
Mapa 13 - Mapa de usos da terra da BHCG no ano de 2012.	130

LISTA DE ABREVIATURAS

AMOSC – Associação de moradores do Sertão do Córrego Grande
APL-E – Área de preservação com uso limitado de encostas
APP – Áreas de Preservação Permanente
CONFIA – Conselho comunitário Flor da Ilha e Anchieta
BESC – Banco do Estado de Santa Catarina
BHCG – Bacia hidrográfica do Córrego Grande
BHI – Bacia hidrográfica do Itacorubi
CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
DNOS – Departamento Nacional de Obras de Saneamento
EPASC – Empresa de pesquisa agrícola de Santa Catarina
FATMA – Fundação do Meio Ambiente
IPUF – Instituto de Planejamento urbano de Florianópolis
PLCG – Parque linear do Córrego Grande
TELESC – Telecomunicação de Santa Catarina
UC – Unidades de Conservação
UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	29
1.1	Objetivos.....	32
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i>	32
1.1.2	<i>Objetivos Específicos</i>	32
1.2	Justificativa	32
2	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	35
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	39
3.1	Morfologia e Dinâmica Fluvial.....	39
3.1.1	<i>Carga sedimentar de cursos d'água</i>	41
3.1.2	<i>Geometria de canal</i>	42
3.1.3	<i>Perfil longitudinal de cursos d'água</i>	45
3.2	A integração de processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos no estudo de ambientes fluviais.....	50
3.2.1	<i>O papel da vegetação ripária no funcionamento do sistema fluvial</i>	50
3.2.2	<i>Teorias ecológicas sobre o sistema fluvial</i>	52
3.3	Urbanização e os efeitos nos canais fluviais	55
3.3.1	<i>Intervenções Indiretas</i>	55
3.3.2	<i>Intervenções Diretas</i>	56
3.4	Índice de Avaliação da Qualidade Hidrogeomorfológica – IHG	59
3.5	Revitalização de cursos d'água em áreas urbanas.....	62
3.5.1	<i>Definição dos termos utilizados</i>	62
3.5.2	<i>Por que revitalizar rios urbanos?</i>	66
3.5.3	<i>Parque linear como uma alternativa à revitalização de cursos d'água em áreas urbanas</i>	68
4	METODOLOGIA	71
4.1	Caracterização da bacia do rio Córrego Grande (BHCG).....	71
4.2	Caracterização do rio Córrego Grande.....	72
4.2.1	<i>Divisão do rio Córrego Grande em trechos funcionalmente homogêneos</i>	73
4.2.2	<i>Aplicação do IHG</i>	75
4.3	Identificação de restrições, possibilidades e alternativas ao restabelecimento da dinâmica hidrogeomorfológica do Córrego Grande.....	76

5	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO GRANDE	79
5.1	Aspectos Geomorfológicos.....	79
5.1.1	<i>Unidade Geomorfológica Serras do Leste Catarinense</i>	<i>81</i>
5.1.2	<i>Unidade Geomorfológica Planícies Costeiras</i>	<i>82</i>
5.1.3	<i>Declividade da BHCG.....</i>	<i>85</i>
5.2	Aspectos Geológicos	89
5.2.1	<i>Complexo Cristalino.....</i>	<i>89</i>
5.2.2	<i>Planície Sedimentar.....</i>	<i>90</i>
5.3	Aspectos Pedológicos.....	92
5.4	Aspectos Hidro-Climatológicos	95
5.5	Aspectos Hidrográficos	98
5.6	Uso e ocupação da bacia hidrográfica do Córrego Grande....	104
6	CARACTERIZAÇÃO DO RIO CÓRREGO GRANDE E RESULTADOS DA AVALIAÇÃO COM O IHG	131
6.1	Trecho 01 – Caracterização	132
6.2	Trecho 02 – Caracterização	134
6.2.1	<i>Aplicação do IHG no trecho 02 – Avaliação e Resultados ...</i>	<i>135</i>
6.3	Trecho 03 – Caracterização	137
6.3.1	<i>Aplicação do IHG no trecho 03 – Avaliação e Resultados ...</i>	<i>140</i>
6.4	Trecho 04 – Caracterização	143
6.4.1	<i>Aplicação do IHG no trecho 04 – Avaliação e Resultados ...</i>	<i>143</i>
6.5	Trecho 05 – Caracterização	145
6.5.1	<i>Aplicação do IHG no trecho 05 – Avaliação e Resultados ...</i>	<i>147</i>
6.6	Trecho 06 – Caracterização	150
6.6.1	<i>Aplicação do IHG no trecho 06 – Avaliação e Resultados ...</i>	<i>151</i>
6.7	Trecho 07 – Caracterização	153
6.7.1	<i>Aplicação do IHG no trecho 07 – Avaliação e Resultados ...</i>	<i>156</i>
6.8	Visão Geral dos trechos avaliados	158
6.8.1	<i>Identificação de problemas</i>	<i>163</i>
6.8.2	<i>Identificação da escala dos processos.....</i>	<i>165</i>
7	PERSPECTIVAS DE RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE HIDROGEOMORFOLÓGICA DOS TRECHOS ESTUDADOS	169
7.1	Trechos com qualidade hidrogeomorfológica muito boa	169
7.2	Trechos com qualidade hidrogeomorfológica boa.....	171
7.3	Trecho com qualidade hidrogeomorfológica deficiente	173

7.4	Avaliação da adequação do Parque Linear Córrego Grande como uma alternativa à revitalização fluvial	177
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	183
9	BIBLIOGRAFIA	189

1 INTRODUÇÃO

Em estado natural, rios são sistemas dinâmicos em constantes trocas de matéria e energia com o ambiente, responsáveis por flutuações de caudal líquido e sólido que se traduzem em ajustes longitudinais, laterais e verticais dentro da paisagem da bacia hidrográfica. Estes ajustes atuam como um mecanismo autorregulador do sistema e também como suporte de uma dinâmica ecológica que propicia a riqueza estrutural e funcional destes ecossistemas. Neste contexto, a garantia de rios mais vivos depende da proteção de uma dinâmica hidrogeomorfológica ativa, responsável pela manutenção de um ambiente complexo e diverso ecologicamente, tanto no canal fluvial como em suas zonas adjacentes (OLLERO et al, 2008).

Em geral, o bom funcionamento da dinâmica hidrogeomorfológica depende basicamente: i) de cargas hídricas menos alteradas possíveis, tanto em volumes anuais como em eventos extremos; ii) do aporte de sedimentos produzidos na bacia aos cursos d'água, de modo que o rio cumpra com a sua função de transporte de carga líquida e sólida; iii) de ajustamentos do próprio rio decorrentes do balanço de erosão e sedimentação e; iv) de zonas adjacentes ao canal em estado natural, de modo a propiciar a filtragem de nutrientes e a dissipação de energia e decantação de sedimentos em descargas de cheia (OLLERO et al, 2009).

A manutenção da dinâmica hidrogeomorfológica tem sido bastante afetada pelo desenvolvimento econômico e pela concentração da população nas áreas urbanas sem um adequado planejamento territorial, o que direta ou indiretamente provocam a degradação dos ambientes fluviais. As modificações de uso do solo nas bacias hidrográficas e o aproveitamento dos recursos hídricos respondem por variações ambientais, especialmente na quantidade de água que circula na rede de drenagem, que alteram a dinâmica hidrogeomorfológica e, consequentemente, a morfologia dos canais fluviais. A situação é agravada por intervenções humanas sobre os cursos d'água, que geralmente têm por objetivos aumentar a capacidade de recebimento de volumes hídricos e acelerar a velocidade do escoamento, de modo a permitir a drenagem e ocupação da superfície. Essas ações podem causar impactos que geram reações em cadeia, visto que instabilidades originárias em um segmento de rio podem afetar o seu comportamento tanto à montante como a jusante do local que sofreu intervenções (CUNHA, 1995; DREW, 1989). Como consequência, os cursos d'água

em áreas urbanas vêm perdendo o valor ecológico e ambiental inerentes aos sistemas fluviais.

Por outro lado, conforme destaca Gorski (2010), as paisagens fluviais foram sendo apropriadas como paisagens urbanas, de modo que se pressupõe uma interação de componentes ecossistêmicos e, portanto, hidrogeomorfológicos e bióticos, e de componentes sociais em processos que se entrelaçam. Assim, a ideia de rios como cenários estáticos e autônomos em relação à presença humana vem sendo modificada nas últimas décadas, dando espaço a uma postura que tende a evidenciar o valor ecológico, social e econômico dos cursos d'água em áreas urbanas. (FINDLAY e TAYLOR, 2006; GORSKI, 2010). Diante desta percepção, é crescente no campo científico e especialmente em agências governamentais dos Estados Unidos e de países europeus, estudos sobre a revitalização fluvial.

Apesar de uma ampla variedade de termos e definições empregados na literatura, a revitalização fluvial é empregada nesta pesquisa referindo-se às ações de preservação e conservação de ambientes fluviais que propiciem condições para o sistema mover-se para um estado mais dinâmico ecologicamente, no qual se priorize a diversidade de espécies e a função do sistema de produzir biomassa, além de ações de recuperação que visem redirecionar a trajetória de evolução de um sistema degradado, aproximando-o de um sistema de referência.

Princípios de hidrologia e geomorfologia podem ser usados em conjunto para compreender o contexto atual e histórico de um rio e avaliar o potencial de respostas físicas e biológicas às atividades humanas. Assim, é fundamental que se tenha uma compreensão da dinâmica hidrogeomorfológica quando se pretende desenvolver maneiras efetivas de proteger e revitalizar sistemas fluviais (MONTGOMERY e BOLTON, 2003). Neste sentido, protocolos de avaliação da qualidade hidrogeomorfológica mostram-se ferramentas úteis no processo de revitalização. Diversos protocolos têm sido desenvolvidos para esta finalidade, dentre eles o Índice de Valoração Hidrogeomorfológica – IHG (OLLERO et al, 2007). O IHG destaca-se por avaliar as pressões humanas sobre sistemas fluviais e suas respostas em termos hidrológico e geomorfológico, refletidas na morfologia de canais e na zona ripária, fundamentando-se na ideia de que a conservação de um rio como ecossistema e corredor ambiental depende do bom funcionamento da dinâmica fluvial e, portanto, da proteção de sua dinâmica hidrogeomorfológica.

Utilizou-se, nesta pesquisa, o IHG para avaliar a qualidade hidrogeomorfológica do rio Córrego Grande, localizado em Florianópolis/SC, o qual apresenta sua dinâmica cada vez mais comprometida pelo processo de urbanização. Desde a década de 1950 o ambiente fluvial vem sofrendo sucessivas intervenções, tanto diretamente sobre o curso d'água como por intervenções indiretas, realizadas sobre a superfície da bacia hidrográfica. As intervenções são realizadas para permitir a urbanização da bacia e constituem-se de cortes de pequenos meandros, alargamentos e aprofundamentos do canal fluvial, modificação do traçado em planta, redução de planícies de inundação, drenagem e impermeabilização da superfície, entre outras. Entretanto, tais alterações revelam uma fragilidade socioambiental, demonstrada por uma sequência de desastres ocorridos em eventos extremos incidentes sobre a bacia do Itacorubi. Três destes eventos destacam-se por sua magnitude: no mês de novembro de 1997 as chuvas no município de Florianópolis atingiram 404,8 mm em 24 horas, correspondendo a três meses do esperado para aquele mês, causando 9 mortes e deixando 8.500 desabrigados; em dezembro de 1995 foram registrados 541,2 mm em 9 dias de chuvas, o que resultou em 6 mortes e 7.032 desabrigados (SILVA, 2010); no mês de janeiro de 2008 as chuvas atingiram 459 mm, o equivalente a 2,6 vezes o esperado para o período, afetando 11 mil pessoas e deixando 2,295 desabrigados (VPC/BRASIL, 2008).

Com base nessas considerações surge a principal indagação que motiva esta pesquisa: quais os limites e as possibilidades de restabelecimento dos padrões de qualidade hidrogeomorfológica do rio Córrego Grande, visando a sua revitalização?

Para discutir esta questão, foi realizado um estudo de caso na bacia do Córrego Grande, focando a dimensão hidrogeomorfológica fluvial. Importa considerar que conceito de revitalização permeia também as dimensões ecológica e social. Neste sentido, não se busca aqui sustentar um conflito entre as três dimensões mencionadas e, tampouco, eleger uma dimensão prioritária no processo de revitalização da área estudada. Ao invés disso, espera-se contribuir para que as decisões acerca de intervenções sobre o ambiente fluvial sejam apoiadas no conhecimento científico hidrogeomorfológico da área estudada, tendo-se em consideração que um curso d'água inserido na paisagem urbana faz parte da convivência da população e que, portanto, as decisões são tomadas pela própria sociedade.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade hidrogeomorfológica do rio Córrego Grande por intermédio do IHG e discutir os limites e as possibilidades de restabelecimento dos padrões de qualidade encontrados, visando à revitalização fluvial.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Apresentar uma caracterização física da bacia do Córrego Grande, discutindo as consequências da evolução de uso e ocupação das terras na morfologia do canal principal.
- Identificar as intervenções diretas sobre o rio Córrego Grande e suas relações com a dinâmica hidrogeomorfológica.

1.2 Justificativa

A temática proposta na presente pesquisa procura contribuir, por meio do estudo dos processos hidrogeomorfológicos atuantes no ambiente fluvial, à reflexão sobre a revitalização de cursos d'água, um importante campo do conhecimento científico que vem se estabelecendo nas últimas décadas. O interesse pela revitalização de cursos d'água justifica-se pelos benefícios sociais, ecológicos e econômicos proporcionados.

A revitalização fluvial cria ambientes propícios ao desenvolvimento da biodiversidade, visto que busca o desenvolvimento de morfologias de cursos d'água em condições semelhantes a sistemas fluviais preservados no contexto regional, proporcionando locais para a reprodução e o refúgio de espécies aquáticas. Além disso, cursos d'água que mantêm suas morfologias preservadas, isto é, sem sofrer canalizações, revestimentos e/ou corte de meandros, tendem a amortecer e reduzir os picos de enchente e, portanto, ajudam no controle de cheias.

Interessa ressaltar que ambientes fluviais revitalizados possibilitam uma mudança na concepção de que os rios são locais para o transporte de esgotos. Assim, é possível que a comunidade veja a água como um recurso, podendo explorá-lo para uma variedade de usos. Ainda, tendo em perspectiva a melhoria da qualidade do ambiente, a

revitalização fluvial representa a promoção da qualidade de vida da comunidade, oferecendo oportunidades de lazer, descanso, educação ambiental e contemplação da paisagem em ambientes outrora degradados.

Especificamente no caso do rio Córrego Grande, a percepção da comunidade acerca da degradação estimulou a criação de um projeto de parque linear, que visa intervir na paisagem a partir da requalificação das áreas marginais do rio. Esse cenário foi determinante para a escolha da área de estudo, visto que se constitui em uma oportunidade quanto à concretização da pesquisa em um contexto real e apoiado pela vontade da comunidade.

2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

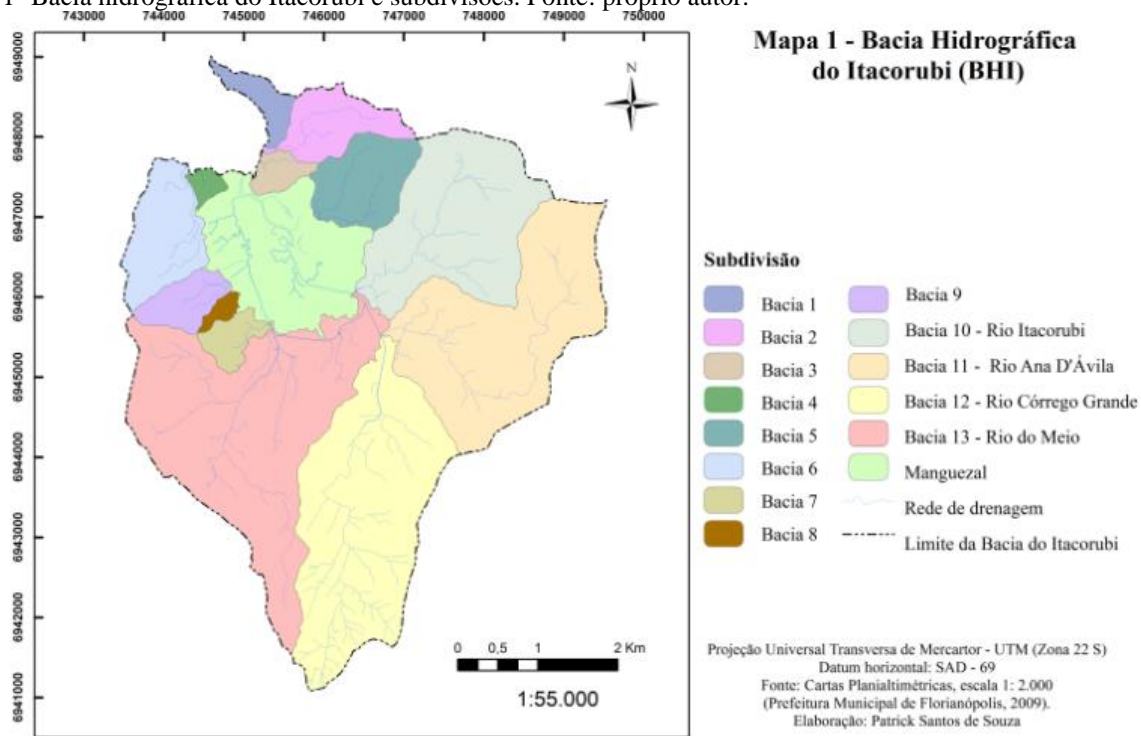
A área de pesquisa pertence ao setor leste da bacia hidrográfica do rio Itacorubi (BHI). Essa bacia possui área de 26,58 Km² e está localizada na região central do município de Florianópolis, entre as coordenadas de 27°34'07'' – 27°37'57'' S e 48°28'25'' – 48°33'00'' W (Figura 1).



Figura 1: Bacia hidrográfica do Itacorubi. Fonte: NEA, 2002.

A bacia hidrográfica do Itacorubi é constituída por nove sub-bacias, dentre elas a bacia hidrográfica do rio Córrego Grande (BHCG), correspondendo à área onde foi desenvolvida esta pesquisa (Mapa 1). A BHCG possui 5,15 Km² de área de drenagem, com suas nascentes situadas no Maciço da Costeira. Essa área está inserida na Unidade Geomorfológica Serras do Leste Catarinense, e mantém considerável presença de vegetação nativa. O baixo curso do rio Córrego Grande está situado na Planície Flúvio-Marinha, um compartimento da Unidade Geomorfológica Planícies Costeiras, onde se encontra a maior concentração urbana da bacia.

Mapa 1- Bacia hidrográfica do Itacorubi e subdivisões. Fonte: próprio autor.



3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Morfologia e Dinâmica Fluvial

Os rios são sistemas naturais dinâmicos que desempenham a função de transporte de água, sedimentos, nutrientes e seres vivos, conformando corredores de grande valor ecológico, paisagístico e bioclimático. Em condições naturais os rios conservam uma dinâmica ativa com processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos responsável por uma mobilidade geomorfológica, que atua como um mecanismo regulador das flutuações de vazão e das cargas sólidas. O conjunto desses processos configura o rio como modelador da paisagem da bacia hidrográfica (OLLERO et. al, 2009).

Em geral, existe uma variabilidade temporal e espacial na resposta dos rios às instabilidades da bacia hidrográfica. Na escala temporal, os rios respondem a acontecimentos que variam desde milhões ou milhares de anos até alguns minutos. Os períodos longos estão relacionados a eventos geológicos cíclicos, como a formação de montanhas e mudanças climáticas. Períodos curtos dizem respeito a variações de vazão decorrentes da sazonalidade de precipitação. Espacialmente, os processos fluviais atuam nas dimensões lateral, longitudinal e vertical (MONTGOMERY e BUFFINGTON, 1998). Para entender melhor a dinâmica de um rio, faz-se necessário relacionar os fatores abióticos que atuam como base do sistema fluvial: hidrologia, clima e geomorfologia (SCHWARZBOLD, 2000).

Com relação à hidrologia, um rio é um sistema aberto com fluxo hídrico desde suas nascentes até a foz. Esse fluxo, denominado escoamento fluvial, é alimentado por águas superficiais e subterrâneas. Uma parcela da precipitação captada pela bacia hidrográfica retorna para a atmosfera por evaporação ou evapotranspiração, mas o restante flui por influência da gravidade sobre a superfície ou infiltra-se e desloca-se através do solo para os rios e várzeas (CHISTOFOLETTI, 1974; SUGUIO e BIGARELLA, 1990). A proporção de águas superficiais para subterrâneas que alimentam um curso d'água varia com o clima, a declividade, a cobertura vegetal, o tipo de solo e de rocha. Em regiões úmidas, os rios recebem contribuição contínua de água do subsolo, sendo chamados de efluentes. Em regiões secas, os rios perdem água para o subsolo e são classificados como influentes (CHISTOFOLETTI, 1974). Em suma, pode-se depreender que um rio é

um sistema pulsátil, regulado pelo regime hidrológico da sua bacia hidrográfica (SCHWARZBOLD, 2000).

As zonas climáticas influenciam fortemente os componentes do ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica. Qualquer mudança em um dos parâmetros climáticos pode causar alterações mais ou menos profundas no conjunto precipitação-evaporação-escoamento, influenciando o comportamento sazonal de vazão de um rio e, consequentemente, a morfologia dos canais (CHISTOFOLETTI, 1974; SUGUIO e BIGARELLA, 1990; SCHWARZBOLD, 2000).

O clima exerce influência considerável na produção de sedimentos de uma bacia hidrográfica. As taxas de intemperismo da bacia são controladas por sua cobertura vegetal, pela composição, textura e estrutura das rochas, e por oscilações de temperatura e de precipitação. Todos esses fatores são controlados pelo clima, determinando a quantidade e a granulometria dos sedimentos produzidos e transportados para os canais fluviais (BRIDGE e DEMICCO, 2008). As regiões alpina e ártica caracterizam-se por fortes escoamentos superficiais sazonais, ao passo que nas regiões semi-áridas a áridas o escoamento pode ocorrer apenas a intervalos de meses ou até mesmo anos, com chuvas torrenciais esporádicas. Em ambos os casos a vegetação é esparsa, favorecendo o transporte de sedimentos de maior granulometria pelo escoamento superficial. Em climas úmidos, com cobertura vegetal mais abundante, ocorre a retenção dos sedimentos grossos, predominando o transporte de granulação fina. Entretanto, a remoção da cobertura vegetal tende a favorecer o fornecimento de sedimentos de granulação grosseira, mesmo em regiões de clima úmido (GIANNINI e RICCOMINI, 2000; BRIDGE e DEMICCO, 2008).

Na perspectiva geomorfológica, um rio é entendido a partir da atuação da água sobre o material do leito, exercendo trabalhos de erosão, transporte e deposição (CHISTOFOLETTI, 1974). Nesse contexto os canais fluviais são vistos como elementos geomorfológicos formados pelo próprio rio para transportar caudais hídricos e sólidos, cuja morfologia e dimensões são modeladas por excedentes energéticos, de modo que sejam adequadas à condução de cheias entre as margens. Assim, se por um lado as formas dos canais controlam os processos fluviais em caudais médios e baixos, por outro lado, são os processos fluviais que moldam as formas dos canais em eventos pluviométricos de grande magnitude (OLLERO, 2009).

Existe uma complexa interação entre o clima, o gradiente topográfico, a drenagem hídrica e a carga de sedimentos de um rio,

influenciando a morfologia dos canais. Conforme Lord et al. (2009), a hidrologia da bacia e a vazão dos rios determinam as dimensões dos canais, enquanto a quantidade e o tamanho dos sedimentos respondem pela morfologia das seções transversais e pelo padrão do canal em planta. Os autores explicam que alterações nas condições naturais da bacia hidrográfica interferem nas taxas de escoamento, fazendo com que o sistema fluvial se ajuste às novas condições. Nesse sentido, os rios mantêm um comportamento de constante busca pela autorregulação do sistema, ajustando a sua morfologia para a condição mais eficiente de transporte de água e sedimentos da bacia hidrográfica (LORD et al., 2009).

Algumas características de canais fluviais relacionadas à morfologia podem ser monitoradas para fornecer informações sobre o estado e as tendências do sistema fluvial, proporcionando um entendimento de suas respostas às pressões naturais e humanas. Essas características compreendem a carga sedimentar, a geometria do canal, o perfil longitudinal do curso d'água e seu padrão em planta, as quais são abordadas na sequência.

3.1.1 Carga sedimentar de cursos d'água

Os sedimentos são incorporados ao sistema fluvial pelo intemperismo de rochas expostas, pelo movimento gravitacional do material das vertentes e pela ação erosiva que a água exerce sobre a superfície (CHISTOFOLETTI, 1974; BRIDGE e DEMICCO, 2008).

A carga sedimentar dos cursos d'água é composta por partículas que variam em espécies, tamanhos e formas. Mecanicamente, a espécie da partícula é obtida em função da sua densidade, o tamanho pelo seu maior diâmetro e a forma pela sua esfericidade. Essas características, em conjunto com as condições dos fluxos hídricos, são determinantes para o transporte de sedimentos nos canais fluviais. O transporte, por sua vez, pode ocorrer em solução, em suspensão ou como carga de fundo (CHISTOFOLETTI, 1974; SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

Alguns constituintes intemperizados das rochas são transportados em solução química, compondo a carga dissolvida dos cursos d'água. A quantidade de matéria em solução depende, em grande parte, da precipitação, da contribuição de água subterrânea e do escoamento superficial para a vazão do rio, tendo-se em conta as variações na escala espaço-temporal. (CHISTOFOLETTI, 1974; BRIDGE e DEMICCO, 2008). A carga dissolvida e a água que a transporta percorrem o rio com

a mesma velocidade, ocorrendo depósito somente quando há saturação, geralmente por evaporação (CHISTOFOLETTI, 1974).

A carga em suspensão é constituída por partículas de granulação reduzida, nomeadamente silte e argila, que devido ao seu pequeno tamanho mantêm-se suspensas na água em fluxo turbulento. Esses sedimentos são transportados com a mesma velocidade da água, enquanto há turbulência suficiente para mantê-los. Quando a turbulência atinge um limite crítico, não oferecendo mais condições para manter as partículas em suspensão, elas precipitam. Portanto, a deposição das cargas suspensas tende a ocorrer em águas muito calmas (CHISTOFOLETTI, 1974; SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

A carga de fundo é formada por partículas com granulação de areia ou superior (cascalho, blocos, matacões). Este tipo de carga é transportado em velocidades muito menores que a da água, através de saltação, rolamento e arraste na superfície do leito (CHISTOFOLETTI, 1974; SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

De acordo com Suguiou e Bigarella (1990) os processos de erosão, transporte e deposição são interdependentes dentro das relações constantemente mutáveis do fluxo e da carga existente, não podendo ser considerados separadamente. Os autores referem que o tamanho máximo da partícula e o volume de material transportado pela corrente estão intimamente ligados com fatores hidrológicos. Neste sentido, as noções de capacidade e competência têm grande significado no transporte fluvial. A competência retrata o tamanho de partículas que podem ser movimentadas pelo fluxo, sendo determinada pelo maior diâmetro encontrado entre os detritos transportados como carga do leito. A capacidade corresponde à quantidade máxima de sedimentos de determinada classe granulométrica que o rio pode transportar por unidade de tempo. A deposição de sedimentos ocorre quando o fluxo hídrico perde competência ou capacidade de transporte, causados por variações na declividade, redução do volume ou aumento do calibre dos detritos (CHISTOFOLETTI, 1974; SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

3.1.2 Geometria de canal

De acordo com Christofoletti (1974) a carga sedimentar e o volume hídrico de um rio são os elementos responsáveis pela forma do canal, a qual reflete o ajustamento aos volumes de água que fluem através de determinada seção transversal. O autor explica que a ação exercida pelo fluxo hídrico sobre os componentes do leito e das margens

tende a gerar um equilíbrio entre as forças erosivas de entalhamento e os processos de deposição sedimentar no leito e nas margens, controlando as dimensões do canal. Assim, para ser efetivamente atuante, o volume hídrico deve ter força necessária para realizar o entalhamento, bem como, frequência e duração suficientes para manter a forma do canal.

Uma consideração importante é que os ajustes nas dimensões do canal dependem do material dominante no leito e nas margens. Em leito rochoso a geometria do canal é determinada, principalmente, pela resistência à erosão das rochas, a qual é controlada pela sua composição, textura e estrutura, pelo tipo de intemperismo atuante e pela quantidade de sedimentos móveis disponíveis para a abrasão (BRIDGE e DEMICCO, 2008). No caso dos rios aluviais, considerando que os canais se desenvolvem em materiais inconsolidados, há maior sensibilidade aos processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos e, portanto, maior suscetibilidade a controles em sua geometria (BRIERLEY e FRYIRS, 2005).

Em relação à energia disponível para erodir e depositar os materiais do leito, o estágio de descarga de margens plenas (*bankfull discharge*) tem grande significado para os estudos de geomorfologia fluvial, pois, segundo Wolman e Miller (1960), é o estágio que apresenta maior capacidade para executar trabalho geomorfológico (WOLMAN e MILLER, 1960). Margens plenas são definidas como a descarga que preenche o canal fluvial, acima do qual ocorrerá transbordamento para a planície de inundação (WOLMAN e MILLER, 1960; CHISTOFOLETTI, 1974; BRIDGE e DEMICCO, 2008). Wolman e Miller (1960; 1974) consideram que o estágio de margens plenas exerce influência, mas não é determinante para a forma da seção transversal dos canais, atribuindo essa função às descargas de magnitude moderada e de ocorrência frequente. Por outro lado, as descargas de margens plenas surgem com maior poder efetivo na esculturação do padrão do canal, pois as ondas dos fluxos escoam com ação morfogenética ativa sobre as margens e o fundo do leito sendo capazes de movimentar o material detrítico (CHISTOFOLETTI, 1974).

De modo geral, pode-se dizer que a geometria do canal é um testemunho das interações físicas que ocorrem no sistema fluvial ao longo de uma escala espaço-temporal. Assim, a forma da seção transversal do canal é controlada pela disponibilidade de água e de sedimentos, que por sua vez é controlada pela geologia, topografia, clima local e cobertura vegetal da bacia hidrográfica. Outros controles incluem eventos geológicos e mudanças climáticas (Figura 2).

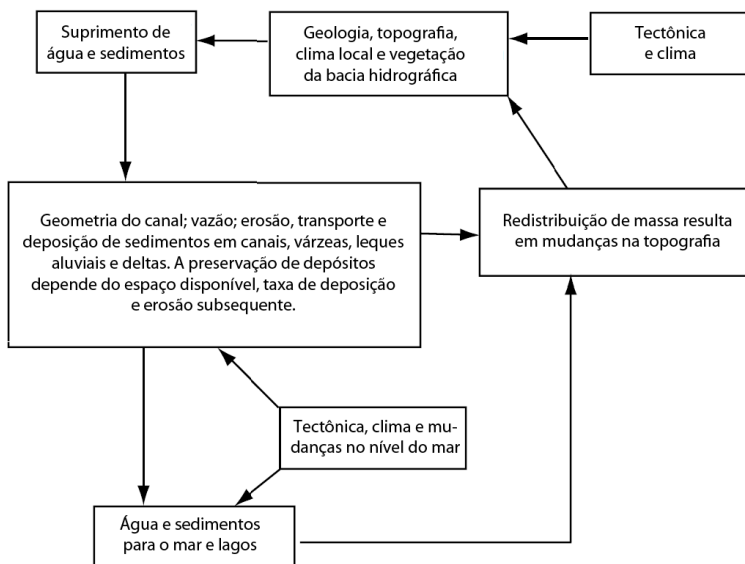


Figura 2 - Relações de controle da morfologia de rios aluviais. Fonte: Modificado de BRIDGE e DEMICCO, 2008.

De acordo com Brierley e Fryirs (2005) o balanço dos processos de erosão e deposição em leitos e margens canais de fluviais pode modificar suas formas através da combinação de ajustamentos laterais e verticais. Os processos de ajustes de canais fluviais incluem: (1) *migração lateral*, que descreve um movimento progressivo do canal pela planície; (2) *expansão do canal*, que refere ao alargamento do canal em resposta à erosão das margens sem que ocorra efeito compensatório de deposição. Este processo tende a ser episódico ou catastrófico, em vez de progressivo; (3) *contração do canal*, que ocorre quando o talvegue é alinhado longe das margens, permitindo formação de unidades geomorfológicas por deposição onde há baixa energia de fluxo, contraindo o canal; (4) *incisão do canal*, ocorre onde o leito sofre entalhamento, resultando no seu rebaixamento e aprofundamento; (5) *agradiação do canal*, processo no qual há deposição de carga sedimentar durante longos períodos de tempo, favorecendo a elevação do nível do leito (Figura 3).

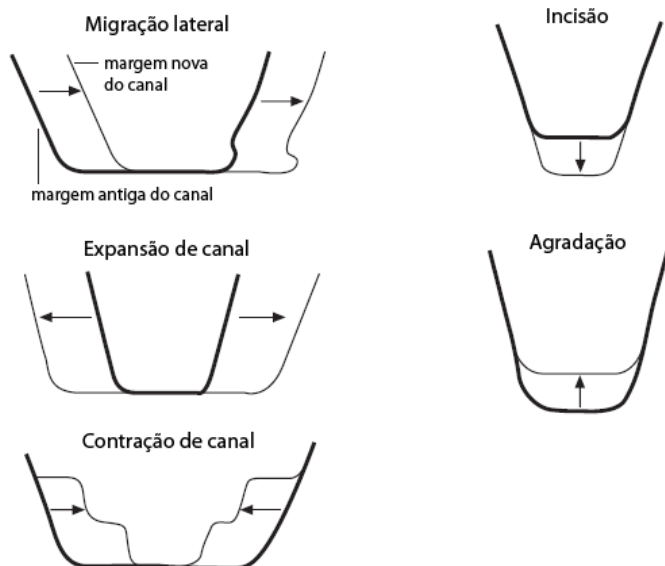


Figura 3 - Modos de ajuste na forma de canais aluviais. Fonte: BRIERLEY e FRYIRS, 2005.

Importa considerar que alterações que se verificam na forma da seção transversal do canal podem ocorrer pela dinâmica natural do próprio canal ou por ações humanas, tais como remoção de matas ciliares, retificação do canal e outras ações antrópicas. De todo modo, o monitoramento de seções transversais em vários trechos ao longo do perfil longitudinal do rio fornece dados capazes de determinar as taxas de ajustamento laterais e verticais dos canais fluviais (CUNHA, 1995; LORD et. Al., 2009).

3.1.3 Perfil longitudinal de cursos d'água

O perfil longitudinal de um rio revela a sua declividade ou gradiente de fundo, sendo a representação visual da relação entre a altimetria e o comprimento de determinado curso d'água (CHISTOFOLETTI, 1974). O perfil longitudinal característico apresenta forma côncava contínua, com declividade suficiente para transportar a carga do rio. Essa inclinação acentua-se em direção às cabeceiras e decresce à medida que o rio se aproxima da foz (SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

Como mencionado, os ajustes de um rio às várias condições hidrológicas refletem-se na sua morfologia, e estão diretamente relacionados ao gradiente de fundo. Assim, verificando-se a geometria do canal ao longo do perfil longitudinal tem-se um aumento proporcional da largura, da profundidade e da velocidade das águas em direção à foz, decorrentes do aumento da vazão e da área de drenagem da bacia. Além disso, ocorre diminuição do tamanho dos sedimentos, redução da declividade do canal e perda da competência do rio para o transporte de carga sólida (CHISTOFOLETTI, 1974; SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

Schumm (1977) fornece um modelo simplificado da organização do sistema fluvial que divide o perfil longitudinal em três zonas distintas: zona de produção, zona de transferência e zona de deposição (Figura 4).

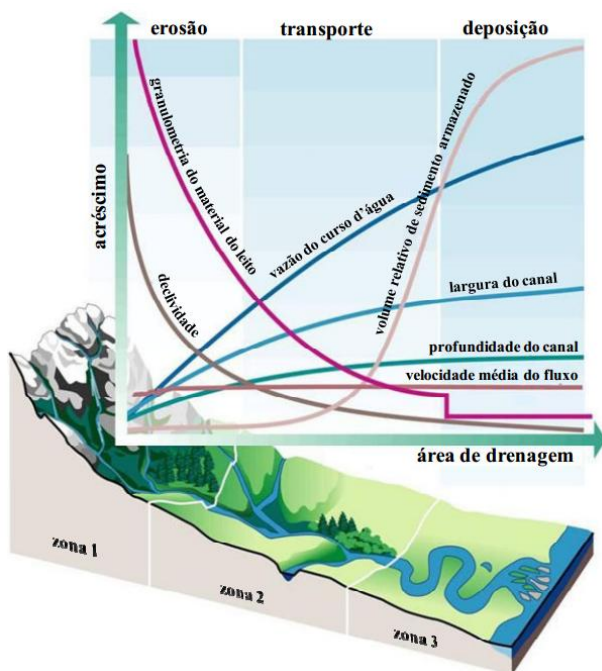


Figura 4 - Perfil longitudinal dividido em zona de produção, de transferência e de deposição. Fonte: GRISON, 2010 modificado de FISRWG, 1998.

As cabeceiras da bacia hidrográfica frequentemente apresentam gradiente de fundo bastante acentuado. Essa área é considerada a zona

de produção de sedimentos, devido aos intensos processos de erosão atuantes. Seguindo em direção à foz, encontra-se a zona de transferência, a qual recebe parte do material erodido, sendo na maioria das vezes caracterizada por encostas mais suaves, com amplas planícies de inundação onde começam a se formar meandros, embora existam rios de planície sem meandros. A zona de deposição é onde os sedimentos são estocados, caracterizando-se por um baixo gradiente de fundo. É importante notar que este modelo aplica-se mesmo em bacias hidrográficas que apresentam gradiente topográfico suave desde a cabeceira até a foz. Além disso, deve-se ter atenção ao fato de que os processos de erosão, transporte e deposição ocorrem ao longo de todo o perfil longitudinal do rio, mas esse conceito se concentra no processo dominante em cada uma das zonas mencionadas (FISRWG, 1998).

Os intervalos de declives ao longo do perfil longitudinal conferem muitas irregularidades aos canais fluviais, incluindo suas condições de fundo. Nos pontos de maiores velocidades de fluxo dominam os processos de erosão, permitindo a remoção de obstáculos do canal. Em pontos com baixa velocidade de fluxo, predominam os processos de sedimentação. Modificações de uso do solo da bacia hidrográfica e intervenções humanas em canais fluviais tendem a interferir nesses processos e, conseqüentemente, a modificar as condições do leito. Entre as conseqüências dessas ações destaca-se a perda de habitats fluviais, causadas pela uniformização do leito (LORD et al., 2009).

O padrão do canal é definido como a configuração de um rio em planta, geralmente descrita com base em quatro tipos básicos: retilíneo, meandrante, entrelaçado e anastomosado (Figura 5). O tipo retilíneo é um padrão geométrico (morfológico), enquanto os demais são padrões fluviais que integram geometria e processos, condicionados, principalmente, pela energia de fluxo disponível, pela disponibilidade e calibre dos sedimentos, e pelo regime de transporte de carga sedimentar predominante – em suspensão, por tração ou misto. Essas características permitem a diferenciação dos padrões de canal com base em três critérios inter-relacionados, a saber: sinuosidade, grau de entrelaçamento e estabilidade lateral do canal (GIANNINI e RICCOMINI, 2000; BRIERLEY e FRYIRS, 2005).

A sinuosidade é definida como a relação entre o comprimento real do curso principal da bacia (L) – maior extensão dada pela distância entre a nascente do curso e a sua foz – e o comprimento do seu vetor (D_v) – maior distância medida entre a cabeceira e a foz, acompanhando-

se a direção vetorial do canal principal, tipicamente variando de 1.0 a 3.0. Canais com valores até 1.5 são considerados pouco sinuosos e, acima deste valor, muito sinuosos (LEOPOLD e WOLMAN, 1957). O grau e o tipo de sinuosidade são ditados pela declividade e pela textura do material do leito, de modo que as maiores sinuosidades são verificadas em condições de baixa declividade e em ambientes de material coesivo (BRIERLEY e FRYIRS, 2005).

O entrelaçamento refere-se ao número de barras ou ilhas presentes em canais fluviais ao longo do talvegue, o que permite definir a sua multiplicidade (GIANNINI e RICCOMINI, 2000). Rios que têm capacidade ou competência de transporte de carga limitada ou que recebem carga sedimentar em excesso geralmente apresentam canais múltiplos, com tendências ao entrelaçamento (BRIERLEY e FRYIRS, 2005).

A estabilidade lateral do canal define a capacidade do rio em ajustar sua posição no fundo do vale. Componentes da estabilidade lateral incluem: crescimento e deslocamento dos meandros, grau de entrelaçamento do canal, movimentos do talvegue e instabilidades verticais (GIANNINI e RICCOMINI, 2000; BRIERLEY e FRYIRS, 2005).

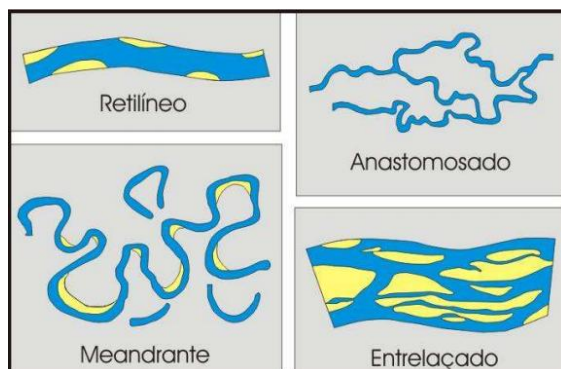


Figura 5 - Configuração de 4 tipos básicos de padrão de canais em planta.

Os *Canais retilíneos* transportam, na maioria das vezes, grandes volumes de carga suspensa, possuem baixa sinuosidade e desenvolvem-se em um único canal, isto é, percorrem sua trajetória em direção à foz sem desvios significativos (LEOPOLD e WOLMAN, 1957). No entanto, o talvegue é geralmente sinuoso devido ao desenvolvimento de barras laterais alternadas nas margens. Raramente são encontrados

canais retos na natureza, ocorrendo principalmente pelo controle de lineamentos estruturais, tais como rios que acompanham as linhas de falha. Além disso, a existência de rios retilíneos pode estar condicionada a uma resistência homogênea das rochas por onde as águas fluem, sendo que do contrário o rio pode desviar a sua rota (CHISTOFOLETTI, 1974; SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

Os *Canais meandantes* apresentam alta sinuosidade, mantendo um trabalho contínuo de escavação na margem côncava da curva e deposição na margem convexa. Como a velocidade do fluxo é menor na margem convexa, ocorre sedimentação neste local, permitindo a formação de barras de sedimentos. Assim, há uma sucessão de soleiras e depressões bem característica dessa configuração de canal (LEOPOLD e WOLMAN, 1957). Esse padrão se desenvolve em baixos cursos fluviais, geralmente com canal de fluxo único, contínuo e regular (SUGUIO e BIGARELLA, 1990). Em rios meandantes, à medida que a competência de transporte sedimentar diminui, há um decréscimo na granulometria dos sedimentos transportados, predominando as frações silte e argila na composição do material detrítico do canal. Assim, prepondera a carga suspensa em detrimento da carga de fundo (CHISTOFOLETTI, 1974).

Rios entrelaçados apresentam múltiplos canais. Sua formação é favorecida por declividades médias a altas, abundância de carga com granulação grossa e facilidade de erosão das margens. A deposição da carga de fundo propicia a formação de barras de sedimentos transversais, as quais obstruem e ramificam o fluxo dos canais (GIANNINI e RICCOMINI, 2000).

Rios anastomosados caracterizam-se por sucessivas ramificações e posteriores reencontros de seus cursos, separando ilhas assimétricas de barras arenosas que podem formar múltiplos canais. Os trechos anastomosados se localizam ao longo do curso fluvial, pois nas suas extremidades sempre haverá um único canal (CHISTOFOLETTI, 1974; SUGUIO e BIGARELLA, 1990). A formação desse padrão ocorre quando o rio transporta grandes quantidades de carga sólida, não podendo conduzi-la até o seu nível de base final, depositando-os no próprio leito (CHISTOFOLETTI, 1974). Este padrão desenvolve-se em baixas declividades e apresenta alta sinuosidade. Embora possa transportar sedimentos grosseiros, os detritos são normalmente transportados como carga em suspensão ou mista (GIANNINI e RICCOMINI, 2000). Além disso, este padrão tende a desenvolver em áreas subsidentes, favorecido por blocos tectônicos específicos.

Os quatro padrões apresentados podem ser desmembrados em configurações intermediárias, com base no regime predominante de carga sedimentar. Shumm (1981) apresentou um estudo considerando variações nos padrões dos canais em função do tipo de transporte predominante – em suspensão, por tração ou misto. O autor chegou a 14 diferentes padrões de canais, variando de retilíneos a anastomosados. Conforme a Figura 6, cinco destes padrões (1-5) apresentam gradiente que permite o transporte da carga sedimentar por tração, como carga de fundo. Outros cinco (6-10) são modelados por correntes que transportam carga mista. Nos demais (11-14) predomina o transporte por suspensão.



Figura 6 - Variações nos padrões de canais fluviais em função do tipo de carga segundo Schumm, 1981. Fonte: GIANNINI e RICCOMINI, 2000.

3.2 A integração de processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos no estudo de ambientes fluviais

Até meados do século XX, os rios eram estudados basicamente sob o enfoque hidrológico, com objetivos primariamente econômicos. Estudos com abordagem sistêmica, onde múltiplos eventos físicos, químicos e biológicos são considerados simultaneamente e conjuntamente tanto no canal como na planície de inundação, passaram a ser desenvolvidos desde então, resultando em importantes publicações, em especial o Conceito de contínuo fluvial (VANNOTE et al. 1980) e a Teoria de Pulso de Inundação (JUNK et al., 1989). Nesses conceitos, a bacia hidrográfica tem papel fundamental, sendo considerada a escala macro de integração dos eventos que ocorrem no sistema fluvial (SCHWARZBOLD, 2000). Para melhor entendimento dessas teorias faz-se necessário uma abordagem prévia do papel da vegetação ripária nos sistemas fluviais.

3.2.1 *O papel da vegetação ripária no funcionamento do sistema fluvial*

A vegetação ripária é aquela que ocupa as margens de cursos d'água. Há uma diversidade de termos empregados para esse ecossistema, sendo que para as formações arbóreas os termos mais frequentes são mata ciliar, floresta de galeria, mata aluvial ou mata ripária (HINKEL, 2003). Neste estudo, optou-se pelo emprego do termo vegetação ripária porque, de acordo com Souza (1999), abrange toda e qualquer vegetação de margens, não apenas aquela relacionada aos cursos d'água sejam estes naturais ou criados pelo homem, como os canais.

A vegetação ripária varia em sua estrutura, composição e distribuição espacial. Essa variação ocorre na dimensão longitudinal dos cursos d'água, refletindo distintos micro-sítios derivados dos processos geomorfológicos fluviais (LIMA e ZAKIA, 2009). Segundo Ab'Saber (2009 apud LIMA e ZAKIA, 2009) a dinâmica sedimentária dos cursos d'água é responsável pela gênese dos diques marginais naturais, que constituem um suporte geocológico essencial para o desenvolvimento da vegetação ripária. Na dimensão lateral, observa-se que as condições de saturação do solo diminuem à medida que se afasta do canal, influenciando a composição das espécies (LIMA e ZAKIA, 2009). Entretanto, conforme Martin (2005), alguns tipos de vegetação ripária estão mais associados à posição topográfica da área do que com a proximidade com o curso d'água.

A presença da vegetação ripária é essencial para o funcionamento harmonioso dos sistemas fluviais, desempenhando importantes funções hidrológicas, geomorfológicas e biológicas que se inter-relacionam. Segundo Lima e Zakia (2009) esse ecossistema contribui para o aumento da capacidade de armazenamento da água ao longo da zona ripária, aumentando assim a quantidade de água disponível na bacia hidrográfica. Segundo os autores, essa é uma importante função da vegetação ripária, visto que contribui para o aumento da vazão dos canais na estação seca do ano.

O sistema radicular da vegetação ripária favorece a permeabilidade do solo, contribuindo ao abastecimento do lençol freático. Além disso, contribui para a estabilidade das margens dos cursos d'água, evitando os efeitos da erosão e o assoreamento dos canais. O assoreamento torna os canais cada vez mais rasos e estreitos, resultando na perda de habitats aquáticos. Assim, as espécies que vivem sobre o leito do curso d'água deixam de ter condições alimentares e reprodutivas adequadas, contribuindo para o declínio da biodiversidade do sistema fluvial (BARRELLA et al., 2009).

A vegetação ripária atua também como filtro para os sedimentos trazidos pelo escoamento superficial na bacia hidrográfica e pelo vento, dificultando a deposição nos cursos d'água. A ação de filtragem desempenhada pela vegetação ajuda a reter os nutrientes que chegam aos cursos d'água pelo transporte em solução e pelo escoamento sub-superficial. A retenção ocorre por absorção pelas raízes da vegetação, quando os nutrientes atravessam a zona ripária (BARRELLA et al., 2009; LIMA e ZAKIA, 2009). Conforme destacado por Barrella et al. (2009), as primeiras águas das chuvas torrenciais contêm grande quantidade de detritos e de poluentes, tais como inseticidas e fungicidas, muitos dos quais causam mortandade de espécies aquáticas. A retenção desses materiais pela vegetação irá, portanto, melhorar a qualidade da água dos rios. O efeito de filtragem de sedimentos e de nutrientes em solução proporcionado pela zona ripária confere, também, estabilidade em termos de ciclagem geoquímica de nutrientes pela bacia hidrográfica (LIMA e ZAKIA, 2009).

Outro papel importante desempenhado pela vegetação ripária é o abastecimento dos cursos d'água com materiais orgânicos, tais como folhas e galhos de árvores. Esses materiais servem de alimentos para a biota aquática e por isso devem ser retidos no curso d'água. A rugosidade das margens, proporcionada pela vegetação e pelos detritos, favorecem o processo de retenção, contribuindo para a manutenção dos ecossistemas aquáticos. Além disso, a vegetação atenua a radiação solar, favorecendo o equilíbrio térmico da água e permitindo a produção primária do sistema fluvial (LIMA e ZAKIA, 2009).

Por fim, a vegetação ripária atua como corredor ecológico, tendo a capacidade de apoiar e sustentar a recolonização de espécies sensíveis perturbadas por espécies exóticas, comumente introduzidas pelo regime de perturbação de áreas urbanas. O aspecto linear de corredores ecológicos pode, simultaneamente, controlar os movimentos de água, de nutrientes e de sedimentos e possibilitar o fluxo de animais e a propagação de sementes ao longo de sua extensão, interligando fragmentos florestais (KAGEYAMA e GANDARA 2001; FINDLAY e TAYLOR, 2006).

3.2.2 Teorias ecológicas sobre o sistema fluvial

O conceito de contínuo fluvial (*River Continuum Concept*) descreve como as comunidades biológicas desenvolvem-se e colonizam um rio ao longo do seu perfil longitudinal. Esse conceito tem como base

a disponibilidade de nutrientes e o contínuo estresse a que os organismos aquáticos são submetidos nas diferentes morfologias apresentadas no sentido cabeceira-foz (VANNOTE et al., 1980). De modo geral, as comunidades que colonizam rios de ordens maiores tendem a capitalizar as ineficiências dos processamentos de energia em rios de ordens menores, mantendo um equilíbrio na dinâmica do sistema fluvial (FISRWG, 1998; SCHWARZBOLD, 2000). A vegetação ripária está diretamente relacionada a esse conceito, exercendo maior influência nas áreas de cabeceira da bacia hidrográfica, onde os cursos d'água apresentam pequena largura, profundidade, vazão e velocidade (KOBAYAMA, 2003). De acordo com essa teoria, os cursos d'água de cabeceira (de primeira a terceira ordens) são favorecidos pelo sombreamento da vegetação ripária, o que limita o crescimento de algas e outras plantas aquáticas, prejudicando a produção de energia por fotossíntese. Como consequência, há um predomínio de comunidades heterotróficas, dependentes da energia produzida na área adjacente da bacia hidrográfica, tais como partículas orgânicas grosseiras provenientes de folhas e galhos de árvores (VANNOTE, 1980). Em rios de quarta a sexta ordens há um aumento na largura dos canais, permitindo maior incidência de luz solar sobre os mesmos. Os níveis de produção primária aumentam em resposta à radiação solar, favorecendo a produção autotrófica. Além disso, partículas orgânicas provenientes dos rios de ordens menores tendem a reduzir de tamanho pela fragmentação resultante dos processos físicos e biológicos, beneficiando espécies heterotróficas. Há, portanto, um equilíbrio entre espécies autotróficas e heterotróficas nesses rios (FISRWG, 1998). Por fim, rios acima de sexta ordem têm a velocidade do escoamento reduzida, verificando-se maior turbidez da água em função do aumento de cargas de silte e argila. O aumento da turbidez dificulta a passagem de luz solar, prejudicando a produção primária e aumentando a importância dos processos heterotróficos, que são beneficiados por partículas muito finas de matéria orgânica fornecidas de trechos a montante (VANNOTE, 1980).

Embora amplamente reconhecido, o conceito do contínuo fluvial não recebeu aceitação universal, por apresentar algumas limitações básicas: foi extrapolado para rios em geral, apesar de desenvolvido para rios de ambientes temperados; não considerou os impactos decorrentes de alterações no ambiente fluvial; centrou nas características geomorfológicas, faltando considerações sobre aspectos hidrológicos, tal como a sazonalidade de vazão (FISRWG, 1998; BARRELLA et al.

2009). Apesar das limitações apresentadas, essa teoria tem servido como um modelo conceitual importante, estimulando a pesquisa de outras teorias ecológicas em rios.

O *Conceito de Pulso de Inundação* (JUNK et al. 1989) integrou melhor as dimensões temporais e laterais do *contínuo fluvial* ao considerar aspectos hidrológicos juntamente com aspectos geomorfológico para examinar as ligações físicas e ecológicas que se estabelecem com a sazonalidade de vazão (FISRWG, 1998; BARRELLA et al. 2009). Esse conceito parte da premissa de que os sistemas fluviais são submetidos a flutuações nos níveis de água, permitindo trocas laterais de água, nutrientes e organismos entre o canal de um rio e a sua planície de inundação. Define-se planície de inundação como área periodicamente inundada por precipitações, transbordamentos laterais de rios ou águas subterrâneas, apresentando um ecossistema de transição entre o ambiente aquático e o terrestre denominado ecótono (JUNK et al., 1989).

O princípio central do *Conceito Pulso de Inundação* é que as periódicas inundações e secas do ambiente fluvial atuam como força propulsora no sistema rio-várzea, inferindo que o estado nutricional da planície de inundação depende da quantidade de sólidos dissolvidos e suspensos no canal fluvial. De acordo com esse conceito, os processos internos da planície de inundação (armazenamento e processamento de matéria orgânica e inorgânica) e os mecanismos de transferência entre as fases terrestre e aquática condicionam os ciclos de nutrientes, as produções primárias e secundárias, e a decomposição da matéria orgânica. Assim, os pulsos produzidos pelas flutuações dos níveis da água determinam a sucessão de comunidades, a magnitude de biomassa e a diversidade de espécies do sistema. Considera-se, ainda, que a área de abrangência da inundação e o tempo de permanência das águas nas planícies inundadas condicionam a disponibilidade de habitats, a fonte de alimentação e o comportamento reprodutivo para diferentes espécies (JUNK et al , 1989; JUNK e WATZEN; TUNDISI e TUNDISI, 2008).

Em suma, o *Conceito de Pulso de Inundação* atua, principalmente, nas dimensões vertical e lateral, com efeitos sobre a produtividade da planície de inundação, enquanto o *Conceito de Rio Contínuo* opera na dimensão longitudinal do curso d'água, transferindo matéria de fontes externas e internas no sentido cabeceira-foz. Ambos são modelo conceituais que apresentam restrições, podendo ser aplicados dependendo da natureza do rio e da bacia hidrográfica

(FISRWG, 1998; SCHWARZBOLD, 2000; JUNK e WANTZEN, 2004).

3.3 Urbanização e os efeitos nos canais fluviais

Como já mencionado, alterações nas características naturais de bacias hidrográficas têm efeitos sobre a sua hidrologia, que por sua vez afeta os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos. Tais alterações podem ser de origens naturais ou causadas pela ação humana e em ambos os casos são passíveis de interferências no comportamento dos canais fluviais.

A urbanização tem acentuado o processo de utilização de terras de bacias hidrográficas, interferindo no escoamento superficial e no aporte de sedimentos. Esses fatores alteram o comportamento dos canais fluviais, podendo desestabilizar ecossistemas e provocar inundações urbanas.

Conforme Sander et al. (2012) as questões que envolvem o comportamento do canal fluvial são entendidas pelas intervenções indiretas e diretas na rede de drenagem. As intervenções indiretas são classificadas por Brookes (1996, apud Sander et al., 2012) como aquelas que resultam do uso do solo e da drenagem da terra. Os efeitos mais comuns envolvem o aumento do escoamento superficial na bacia hidrográfica e, como consequência, modificações nos processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos. Por outro lado, as intervenções diretas são classificadas como atividades humanas que atuam diretamente sobre os canais fluviais.

3.3.1 Intervenções Indiretas

Muitas das atividades humanas realizadas na bacia hidrográfica não envolvem diretamente os canais fluviais, mas têm seus efeitos refletidos neles. Dentre as alterações de uso do solo destaca-se a urbanização, causando desmatamentos e substituição da cobertura vegetal natural. Segundo Pompêo (2000) esses são fatores que, em muitas situações, resultam simultaneamente na redução de tempos de concentração das bacias hidrográficas e no aumento do volume de escoamento superficial nos canais fluviais, causando seu extravasamento.

Em muitos casos, o desmatamento na bacia hidrográfica é seguido de impermeabilização, dificultando a recarga freática e

acelerando o escoamento superficial. Quando a impermeabilização ocorre nas áreas de encostas, a redução dos níveis freáticos locais promove a retração da extensão dos fluxos de água na rede de drenagem durante os períodos mais secos. Por outro lado, a elevação das taxas de escoamento superficial aumenta o fluxo do canal durante eventos pluviométricos, intensificando a erosão na calha do rio (SANDER et al., 2012). O acréscimo na magnitude das descargas pode levar a um aumento de mais de seis vezes na área da seção transversal de canais urbanos em comparação com canais de ambientes inalterados (LORD et al., 2009).

Ademais, o aumento do escoamento superficial eleva o carreamento de materiais erodidos nas encostas e as taxas de sedimentos transportados pelo fluxo hídricos dos cursos d'água, podendo resultar no assoreamento do canal e no recobrimento de áreas de nascentes. A acumulação de sedimentos na calha dos canais ou no fundo dos vales deve-se à redução do declive longitudinal, à falta de competência do curso fluvial em escoar sedimentos ou à redução do fluxo do canal após eventos pluviométricos. Outro impacto identificado é o aumento na extensão de canais decorrente da erosão remontante. Esse processo ocorre pela formação de caminhos de escoamento de água, evoluindo de sulcos ou ravinas para o estágio de voçoroca (SANDER et al. 2012).

3.3.2 *Intervenções Diretas*

Há uma diversidade de atividades humanas que afetam diretamente os sistemas fluviais. Essas atividades geralmente são realizadas para a regularização do caudal hídrico, para a formação de reservatórios ou para o gerenciamento de canais. Seja qual o objetivo, essas alterações sempre transformam o equilíbrio dinâmico natural do rio, rompendo o balanço entre a erosão e a deposição de sedimentos no canal. As mudanças raramente são confinadas à zona imediata em que se realizam: uma instabilidade originária em um segmento do canal fluvial pode afetar seu comportamento tanto à montante como à jusante, sendo bastante prejudicial à vida aquática (DREW, 1989).

Cunha (1995) emprega o termo canalização para se referir a todas as obras de engenharia praticadas no canal fluvial que têm por finalidade o controle das cheias, a melhoria da drenagem, a redução da erosão ou o desvio do curso para a construção de estradas. Dentre os processos de canalização a autora destaca: alargamento e aprofundamento da calha fluvial, retificação do canal, construção de diques, proteção das margens

e remoção de obstáculos do canal. Na sequência, são apresentadas as principais medidas de controle de cheias empregadas diretamente em canais fluviais urbanos e seus efeitos relacionados aos aspectos geomorfológicos.

Um efeito adverso que envolve o *alargamento e o aprofundamento* de canais, geralmente visando aumentar sua capacidade, é a erosão do fundo e das margens provocada pelo decréscimo do nível de base. Com a erosão, verifica-se novo alargamento e aprofundamento do canal, aumento da carga sólida em suspensão e o surgimento de formas deposicionais nas desembocaduras dos tributários (NUNNALLY e KELLER, 1979; CUNHA, 1995).

A *retificação do canal* consiste, de acordo com Cunha (1995), em intervenções que alteram a declividade e a rugosidade do leito, influenciando a velocidade de escoamento. O principal processo de retificação é a redução da extensão do curso pela construção de canais artificiais e corte de meandros. Com o corte de meandros o rio perde a importante função de manter por mais tempo os volumes de água no canal, fator que atrasa os picos de enchentes. As obras de retificação substituem as formas irregulares dos canais por seções transversais uniformes, reduzindo a rugosidade do leito e ampliando a largura e a profundidade dos canais (CUNHA, 1995). Com a redução da extensão do curso, ocorre um aumento na declividade longitudinal e, em consequência disso, uma aceleração na velocidade do fluxo. Esses fatores aumentam o processo de erosão das margens e do leito e ampliam a competência para o transporte de sedimentos no canal, aumentando as taxas de deposição à jusante da área modificada (SANDER et al., 2012). Em muitas obras de retificação, o fundo e as margens do leito são revestidos por materiais de baixa rugosidade, visando encurtar o tempo de permanência de água no sistema fluvial. Essa ação é geralmente empregada como uma medida de controle de inundações e gera rápida ampliação dos volumes nas seções à jusante da intervenção, aumentando o risco de danos causados por inundação nessas áreas (COSTA, 2001).

Outra consequência da retificação é a mudança no padrão do canal fluvial. Como já mencionado, a retificação tende a reduzir o comprimento do curso e eliminar meandros. Essa intervenção pode substituir um padrão sinuoso pelo padrão retilíneo, reduzindo o número de depressões e aumentando a frequência e a extensão de soleiras (Figura 7). Verifica-se, então, um aumento na velocidade dos fluxos, podendo exceder a tolerância de espécies aquáticas. Além disso, a

menor quantidade de depressões significa a perda de abrigos para espécies em fluxos de níveis baixos, comprometendo a manutenção de vida aquática (NUNNALLY e KELLER, 1979).

A *construção de diques* é uma ação que visa aumentar a capacidade do canal pela elevação da altura das margens, impedir a inundação de áreas urbanas e guiar o fluxo (CUNHA, 1995; SANDER et. al. 2012). Ao impedir a inundação, os sedimentos que seriam depositados na zona ripária acabam retidos no canal fluvial. Esse fator favorece o assoreamento do canal e dificulta a troca de nutrientes entre o rio e a planície de inundação, prejudicando as fontes de alimentação para diferentes espécies, comprometendo o comportamento reprodutivo e a biodiversidade (Tundisi e Tundisi, 2008). Ademais, quando os diques não têm proteção e são constituídos de material arenoso, favorecem o transporte de material fino para a calha do rio, necessitando de dragagens no leito (CUNHA, 1995).

A *dragagem* é uma técnica amplamente utilizada para a desobstrução do leito e para a extração de areia e cascalho, tendo como consequência a redução da rugosidade do leito (SANDER et al., 2012). A perda de rugosidade, quando em conjunto com o corte de meandros acelera bastante a velocidade das correntes hídricas, modificando o balanço de energia dos sedimentos (CUNHA, 1995).

Entre as ações que modificam o equilíbrio natural do rio estão aquelas que envolvem a regularização do fluxo. Esse tipo de intervenção ocorre a partir do represamento do rio, fator que exerce importantes controles sobre a morfologia do canal. A *construção de reservatórios* é uma prática executada para diversas funções, entre elas a geração de energia, a irrigação de lavouras, a subsistência em períodos de secas e o controle de inundação (DREW, 1989; CUNHA, 1995; SANDER et al., 2012). Os reservatórios geralmente reduzem a variabilidade sazonal de vazão, alteram as descargas extremas (reduzindo os valores máximos e aumentando os valores mínimos) e modificam a capacidade de transporte de carga sólida. Como consequência, gera agradação à montante do represamento, acúmulo de sedimento dentro do reservatório e aprofundamento do canal em trechos a jusante (CUNHA, 1995; SANDER et al., 2012).

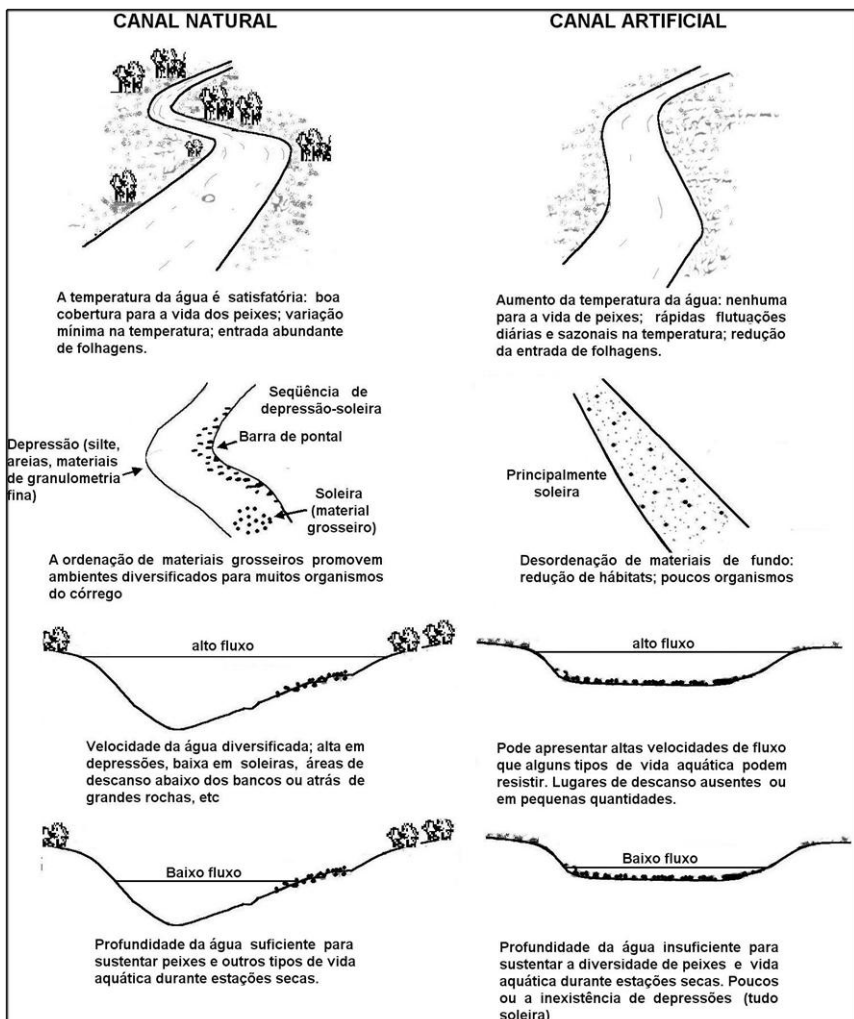


Figura 7 - Comparação entre a morfologia de curso natural e de um canal fluvial modificado. Fonte: SANDER et al., 2012 adaptado de BROOKES, 1996.

3.4 Índice de Avaliação da Qualidade Hidrogeomorfológica – IHG

O Índice de Valoração Hidrogeomorfológica – IHG (OLLERO et al, 2007) é um protocolo desenvolvido para avaliar as pressões humanas

sobre o sistema fluvial e suas respostas em termos hidrológico e geomorfológico, refletidas na morfologia de canais e na zona ripária.

O IHG fundamenta-se na ideia de que a conservação de um rio como ecossistema e corredor ambiental depende do bom funcionamento da dinâmica fluvial e, portanto, da proteção de sua dinâmica hidrogeomorfológica. Segundo Ollero et al. (2009) somente os rios que mantêm a dinâmica hidrogeomorfológica ativa podem cumprir com todas as funções que eles possuem como sistema, garantindo um corredor ribeirinho complexo e de maior diversidade ecológica, tanto no canal fluvial com nas zonas adjacentes a ele. Em geral, a manutenção dessa dinâmica depende basicamente: a) da obtenção de caudais hídricos mais naturais possíveis, não somente em volume anuais como também em processos extremos; b) do aporte de sedimentos ao canal, de modo que o rio cumpra com sua função de transporte líquido e sólido; c) da possibilidade de que o próprio rio gere sedimentos pela erosão de suas margens, proporcionando ajustamentos laterais e verticais decorrentes do balanço de erosão e deposição; d) da presença de zonas adjacentes ao canal fluvial em estado natural que propiciem as funções de filtro e de dissipação do volume hídrico em eventos de cheia.

Com base nos fundamentos expostos, o IHG é composto por três grupos indicadores de qualidades parciais do sistema fluvial, cujos parâmetros referem-se à qualidade funcional do sistema, à qualidade do canal e à qualidade do corredor ribeirinho.

Qualidade funcional do sistema fluvial: avalia o comportamento do sistema fluvial com base em três componentes:

a) *naturalidade do regime caudal hídrico*: Visa detectar pressões e impactos que alteram o comportamento hidrológico natural. São verificadas possíveis intervenções humanas que modificam a quantidade de água que circula no sistema fluvial, tais como modificações de uso do solo e derivação de águas superficiais.

b) *disponibilidade e mobilidade de sedimentos*: investiga se o sistema fluvial recebe a carga de sedimentos aportados pela bacia sem retenção de origem antrópica e se é capaz de transportá-los. Assim, são verificados por meio de observações em campo indícios de dificuldades de mobilidades de sedimentos como, por exemplo, infraestruturas que podem desconectar as vertentes e o canal ou crescimento de vegetação no leito.

c) *Funcionalidade da Planície de inundação*: faz referência às restrições e modificações do espaço propício à dissipação de energia em descargas de cheia, decantação de sedimentos e conexões ecológicas

entre o canal e a zona ripária. São verificados possíveis elementos antrópicos, tais como obstáculos longitudinais e transversais que impeçam o transbordamento do canal e inundação da planície, além de usos do solo da planície de inundação que reduzam sua funcionalidade, tal como impermeabilização.

Qualidade do canal: avalia as condições morfológicas do canal com base em três componentes:

a) *Naturalidade do traçado e do padrão do canal* (morfologia em planta): Visa detectar se o canal conserva seu traçado inalterado por ações antrópicas e se o padrão do canal apresenta modelado e dimensões de acordo com as características da bacia hidrográfica. São realizadas consultas a registros fotográficos e observações de campo para verificar se o traçado do canal sofreu retificações e para identificar infraestruturas transversais ao canal.

b) *Continuidade e naturalidade do leito:* Investiga elementos antrópicos que alterem a continuidade longitudinal do canal e o fundo do leito, tais como pontes ou outros obstáculos transversais, limpezas de vegetação e revestimentos do leito.

c) *Naturalidade das margens e mobilidade lateral:* faz referência às intervenções antrópicas nas margens com restrições para os processos de erosão e sedimentação que configuram a dinâmica geomorfológica lateral. Baseia-se em fotografias aéreas e observações de campo para inventariar elementos antrópicos do canal que impeçam a sua mobilidade lateral.

Qualidade do corredor ribeirinho: Corredor ribeirinho refere-se ao espaço que inclui o canal e os terrenos adjacentes em ambas as margens, cujo limite externo é marcado pela própria mobilidade lateral do canal. Sua qualidade se divide em três componentes:

a) *Continuidade longitudinal do corredor ribeirinho* – investiga se o corredor é contínuo ao longo de todo o trecho avaliado em ambas as margens. São inventariados todos os elementos antrópicos que rompam a continuidade do corredor ribeirinho. As medições das discontinuidades são avaliadas e distinguidas em permanentes e recuperáveis.

b) *Largura do corredor ribeirinho:* Visa detectar se o corredor conserva toda a sua largura potencial ao longo do trecho avaliado e em ambas as margens.

c) *Estrutura, naturalidade e conectividade transversal da vegetação ripária:* Analisa se a vegetação ripária conta com boa

estrutura interna, naturalidade em suas espécies e conexões com o canal e entre todos os ambientes ou habitats do corredor ribeirinho.

Cada um dos parâmetros avaliados recebe uma pontuação apoiada na análise do canal fluvial em conjunto com aspectos físicos da bacia. A pontuação indica cinco níveis de qualidades parciais do sistema fluvial que, em conjunto, permite distinguir o estado hidrogeomorfológico do sistema em cinco categorias. São eles: muito bom, bom, moderado deficiente, ruim.

3.5 Revitalização de cursos d'água em áreas urbanas

3.5.1 Definição dos termos utilizados

Uma variedade de terminologias tem sido empregada em estudos relacionados à reparação dos danos causados a cursos d'água, cabendo uma exposição sobre os seus conceitos.

Um dos termos frequentemente encontrados na literatura é restauração. Embora os pesquisadores utilizem esse termo para uma gama de ações de manejo em cursos d'água, não existe consenso a respeito do seu significado, objetivos e metas (BRIERLEY e FRYIRS, 2005; DARBY e SEAR, 2008). A restauração é descrita por muitos autores como o retorno da estrutura e da função de um ecossistema ao estado anterior aos distúrbios, de modo que seja completamente recuperado (BRADSHAW, 1996; SER, 2004; FINDLAY e TAYLOR, 2006). Por exemplo, a *Society for Ecological Restoration* (SER, 2004) descreve a restauração como uma “*atividade deliberada, que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema com respeito à sua saúde, integridade e sustentabilidade... conforme seu estado anterior à alteração*” (p. 02). A noção de recuperação aqui empregada descreve o retorno de um ecossistema ao seu estado “natural” isto é, anterior às intervenções humanas. Entretanto, segundo Brierley e Fryirs (2008), essa perspectiva de restauração é irrealista por duas razões fundamentais: Primeiro pela própria dinâmica da natureza, que jamais retorna a uma mesma condição. Segundo, porque algumas mudanças nos ecossistemas aquáticos provocadas pelo homem são irreversíveis, principalmente quando se trata de rios urbanos.

Considerando essas razões, alguns autores empregam o conceito de restauração como o retorno do ecossistema à condição mais próxima possível do estado ao “natural” (NRC, 1992; FIRSWG, 1998; CAIRNS, 2001). Por exemplo, Cairns (2001) descreve restauração como o retorno

de ecossistemas danificados a uma condição que seja estruturalmente e funcionalmente similar ao estado anterior ao distúrbio. De acordo com o *National Research Council* (NRC) o retorno de um ecossistema a essa condição requer a reconstrução das condições morfológicas e hidrológicas anteriores à perturbação e a manipulação biológica do sistema, incluindo o reflorestamento ou a reintrodução de espécies nativas.

Apesar da preocupação evidenciada por muitos pesquisadores sobre o significado do termo restauração, verifica-se que é comum o emprego do termo para se referir à reparação de danos causados aos ecossistemas, independente dos resultados alcançados. Bridge e Demicco (2008) descrevem restauração de rios como uma faixa entre o retorno completo e o retorno parcial de um rio ao estado pré-distúrbio. Brierley e Fryirs (2008) explicam que em um dos extremos, os objetivos do manejo refletem o desejo de conservar remanescentes do sistema natural ou quase intacto. No outro extremo, busca-se reparar algum ou todos os danos causados no ecossistema pela ação humana. Apesar de existirem vários termos para descrever o estágio alcançado emprega-se, sem rigor, o termo restauração.

Outros termos descritos na literatura são reabilitação, remediação, criação, renaturalização e revitalização.

De acordo com Findlay e Taylor (2006) reabilitação descreve uma condição ao longo do mesmo vetor da restauração (figura 8), onde apenas alguns elementos do sistema biofísico natural são retomados. Segundo o *National Research Council - NRC* (1992) a reabilitação difere de restauração porque o segundo é um processo holístico, não alcançado através da manipulação isolada de elementos individuais, contrariando as ações previstas na reabilitação.

Para Brierley e Fryirs (2008) as ações de reabilitação visam manipular a estrutura e a função de um ecossistema até o ponto em que ele seja autossuficiente, equilibrando as necessidades ambientais, sociais e econômicas. Nesse caso, as pressões humanas sobre o ambiente determinam as melhores condições que podem ser alcançadas.

Para a comunidade científica portuguesa, os termos restauração, reabilitação e requalificação têm o mesmo significado. Esses termos descrevem a forma de manejo que, por meio de um conjunto de técnicas, visa “*restabelecer o funcionamento do ecossistema aquático (em termos de balanço energético, cadeia alimentar) e a recolonização pelas comunidades que lhe estão naturalmente associadas, permitindo ainda maximizar o uso múltiplo das condições oferecidas por esse*

sistema” (CORTES, 2003, p. 02). Nesse contexto, a requalificação deve propiciar condições que levem o rio por si só a readquirir as funções naturais. Com isso, pretende-se mitigar os impactos negativos e substituir as medidas que artificializam o ambiente fluvial (CORTES, 2003).

Quando os distúrbios humanos causam mudanças irreversíveis à estrutura e função de ecossistemas, o ambiente fluvial pode ser gerido para desenvolver ao longo de um vetor diferente da restauração. Este é o caso da remediação (*remediation*), que visa melhorar as condições ecológicas do curso d’água, reconhecendo que as mudanças ocorridas na bacia hidrográfica não suportariam o seu retorno às condições anteriores ao distúrbio (Figura 8). Assim, esse tipo de manejo cria uma condição inteiramente nova (FINDLAY e TAYLOR, 2006; RUTHERFURD et al., 2000).

O termo é Criação (*Creation*) também é empregado às ações de manejo que desviam do vetor da restauração. O termo é definido como um processo de reparação que visa melhorar a condição do rio através de ajustes para o melhor estado ecológico possível, determinado pelas interações biofísicas atuais e por restrições no sistema, tais como mudanças irreversíveis causadas por alterações humanas (BRIERLEY e FRYIRS, 2008). Em alguns casos, o regime de fluxo, o transporte de sedimentos e os padrões de vegetação foram tão alterados que passam a não apresentar alguns atributos exibidos pelo rio para sua recuperação, sendo necessário criar uma condição nova. Embora esse processo não resulte na restauração do sistema, permite um aumento da riqueza de espécies e da sua função de produzir biomassa (BRIERLEY e FRYIRS, 2008).

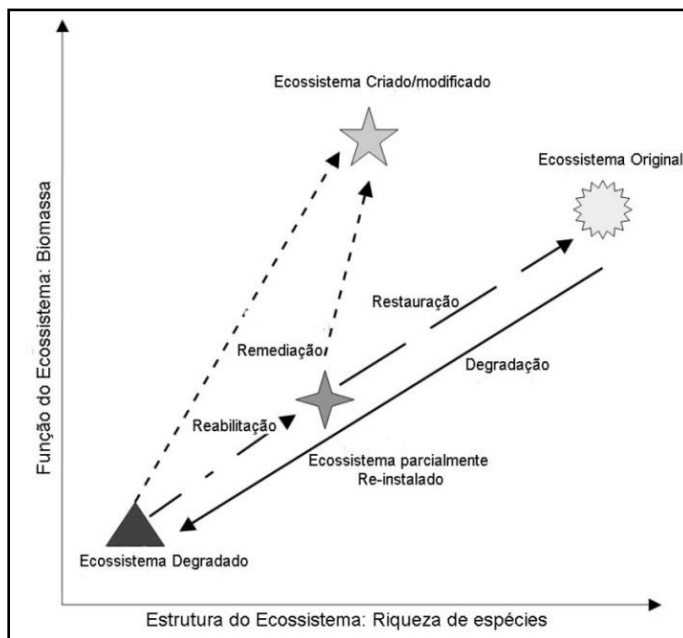


Figura 8 - Diagrama esquemático da distinção entre os termos restauração, reabilitação e remediação. Fonte: Adaptado de FINDLAY e TAYLOR, 2006.

Na Alemanha emprega-se o termo renaturalização para as ações que visam recuperar cursos d'água por meio do manejo regular, regenerando o mais próximo possível a biota natural e preservando suas áreas naturais de inundação (BINDER, 1998). O autor americano Rhoads (2008) argumenta que a “*naturalização*” em ambientes urbanos é socialmente determinada. Sob esse ponto de vista, a condição desejada para um sistema é altamente variável, visto que o “natural” esperado por uma comunidade pode ser entendido como artificial por outra. Segundo o autor, o objetivo da naturalização em áreas urbanas não é mover o sistema para a condição pré-distúrbio, mas buscar alternativas que estabeleçam um sistema fluvial diverso em termos hidrológicos e geomorfológicos, no entanto dinamicamente estável e capaz de suportar a biodiversidade.

O projeto SEMADS/SGTZ (2001), uma cooperação técnica Brasil-Alemanha com enfoque na proteção de ecossistemas aquáticos, utilizou o termo *revitalização* para referir ao manejo de rios e córregos em áreas urbanas ou rios retificados em áreas rurais, visando melhorar a

situação ecológica dos cursos d'água, valorizar a paisagem e adaptar os rios para o seu aproveitamento por usos múltiplos. Esse termo foi empregado também pelo projeto REURIS – *Revitalisation of Urban River Spaces*, integrante do *Interreg IV Central Europe Programme*. O projeto foi previsto para desenvolver uma abordagem estratégica dirigida às questões ecológicas, econômicas, espaciais e sociais de rios urbanos, definindo revitalização (*revitalisation*) como a “*reconstrução parcial de recursos naturais e culturais da paisagem, orientada para a melhoria de habitats naturais em rios ou em vales fluviais e de todos os tipos de acessos e usos em áreas urbanas e adjacentes, proporcionando aos rios ou aos vales fluviais nova função e qualidade espacial e criando condições para o desenvolvimento sustentável, enquanto considera aspectos ecológicos, espaciais, técnicos, sociais e econômicos*” (REURIS, 2012 p. 09).

Nota-se que o campo científico desenvolveu uma variedade de termos para referir ao reparo de danos causados nos ambientes fluviais. Mesmo quando adotam o mesmo termo, diferentes autores (FIRSWG, 1998; FINDLAY e TAYLOR, 2006) apresentam definições distintas, evidenciando a complexidade do assunto. No presente estudo será adotado o termo revitalização, referindo-se às ações de **preservação** e **conservação** de ambientes fluviais que propiciem condições para o sistema mover-se para um estado mais dinâmico ecologicamente, no qual se priorize a diversidade de espécies e a função do sistema de produzir biomassa, além de ações de **recuperação** que visem redirecionar a trajetória de evolução de um sistema degradado, aproximando-o de um sistema de referência.

3.5.2 Por que revitalizar rios urbanos?

A urbanização de bacias hidrográficas e muitas das soluções de engenharia tradicionalmente adotadas para o controle das inundações têm contribuído para significativos impactos no ambiente fluvial. O CONAMA, em sua Resolução 001/86 define impacto ambiental como “*qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar do meio ambiente; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais*”. Cabe ressaltar que os impactos hidrológicos e geomorfológicos causados pela ação

humana criam paisagens altamente modificadas com relação às condições de equilíbrio do meio natural, alterando os fluxos de energia e afetando as comunidades biológicas presentes. De acordo com Findlay e Taylor (2006) a hidrologia, a geomorfologia, a qualidade da água e a ecologia constituem a base de funcionamento dos sistemas fluviais e, por essa razão, técnicas de engenharia que alterem esses elementos devem ser repensadas.

Desde meados da década de 1980 vem despontando uma nova postura com relação aos cursos d'água, com a constatação de que eles possuem valor econômico, social e ecológico (FINDLAY e TAYLOR, 2006; GORSKI, 2010). Costa (2006), que se dedica ao estudo de sistemas fluviais brasileiros, concorda com essa postura:

“Já sabemos que não é mais aceitável pensar em retificar um rio, revestir seu leito vivo com calhas de concreto, e substituir suas margens vegetadas por vias asfaltadas, como uma alternativa de projeto para sua inserção na paisagem urbana. Estas propostas, que tinham como uma de suas bases conceituais a busca do controle das enchentes urbanas, são muito criticadas não só pela sua fragilidade socioambiental no resultado final do projeto, como também pela pouca eficiência no controle destas mesmas enchentes” (p. 11).

Assim, emerge a ideia de reintroduzir no ambiente urbano a estrutura e as funções do curso d'água, tornando a conservação e a reparação de rios e córregos prioridades para vários países, onde uma série de ações têm sido propostas e discutidas (MACHADO, 2010). Esse é o contexto da revitalização que, na visão de Ryder et al. (2008), deve integrar os conhecimentos biofísicos do ambiente fluvial com os valores sociais, econômicos e culturais dos rios. Sobre esse aspecto, é possível citar vários benefícios proporcionados pela revitalização de cursos d'água em áreas urbanas, alguns dos quais são apresentados na sequência.

É comum entre os programas de revitalização fluvial a manutenção ou a criação de espaços verdes nas cidades, proporcionando ambientes de lazer, de contemplação da paisagem e oportunidades para a educação ambiental. Dessa forma, a população urbana tem mais oportunidade de contato com a natureza, melhorando a sensação de bem-estar (ENVIRONMENT AGENCY, 2013). Além disso, muitos

projetos de revitalização buscam o desenvolvimento da morfologia de cursos d'água em condições próximas às encontradas antes do distúrbio. A manutenção ou reintrodução de vegetação ripária é importante nesse processo, visto que melhora as condições hidrológicas e morfológicas dos cursos d'água, aumentando a capacidade de armazenamento hídrico e reduzindo o volume e velocidade do escoamento. Essas ações trazem importantes benefícios para a população, ajudando a controlar a inundação e reduzindo os riscos de danos causados por inundações em áreas urbanas. Com menos riscos de inundações, os gastos com programas de prevenção ou de apoio aos atingidos por desastres são reduzidos (ENVIRONMENT AGENCY, 2013). Ademais, a qualidade da água da comunidade local melhora com a presença da vegetação ripária, porque ela atua como filtro natural, mantendo baixos níveis de poluentes. Quanto melhor qualidade da água, menores custos para o seu tratamento (LIMA e ZAKIA, 2009; ENVIRONMENT AGENCY, 2013).

Outras ações previstas para garantir a qualidade da água dos rios são a retirada de lixo, o tratamento de esgotos e iniciativas de educação ambiental que, em conjunto, contribuem para modificar a concepção de que os rios são locais para o transporte de esgotos. Assim, é possível que a comunidade veja a água como um recurso, podendo explorá-lo para uma variedade de usos (SELLES, 2001; ENVIRONMENT AGENCY, 2013).

As ações de revitalização, na busca por ambientes com condições próximas às aquelas encontradas antes de distúrbios, tendem a priorizar leitos fluviais mais heterogêneos, removendo revestimentos que os artificializam. Leitos heterogêneos proporcionam locais para o refúgio e a desova de espécies aquáticas, mantendo a cadeia trófica do sistema fluvial equilibrada. Esses aspectos, juntamente com a manutenção da vegetação ripária e a promoção de melhor qualidade da água, criam ambientes propícios à biodiversidade nos ambientes fluviais (LIMA e ZAKIA, 2009; ENVIRONMENT AGENCY, 2013).

Nesse contexto, as ações de revitalização de cursos d'água em áreas urbanas são representativas porque favorecem a valorização da paisagem, promovendo melhorias ecológicas e melhorando a qualidade de vida da população.

3.5.3 Parque linear como uma alternativa à revitalização de cursos d'água em áreas urbanas

A retirada da vegetação e a ocupação das áreas que margeiam os cursos d'água contribuem ao que Sanches (2007) considera os principais problemas urbanos atuais relacionados aos cursos d'água: intensificação das enchentes, transmissão de doenças e escassez de água para o abastecimento. Em termos ambientais, essas ações modificam a dinâmica natural dos sistemas fluviais, resultando em perdas estruturais e funcionais dos ecossistemas relacionados a esses ambientes (FINDLAY e TAYLOR, 2006; LIMA e ZAKIA, 2009).

Uma alternativa que vem sendo adotada para modificar essa situação de maneira sustentável é a concepção de parques lineares em projetos de revitalização de cursos d'água em áreas urbanas. Com essa medida, as áreas podem ser revertidas em benefícios ambientais e sociais, combinando a preservação das condições físicas e biológicas do ambiente com áreas de lazer, esporte e educação ambiental (SANCHES, 2007; MACHADO, 2013).

Os parques lineares são definidos por Giordano (2004 apud Friedrich, 2007) como:

“áreas lineares destinadas à conservação e à preservação dos recursos naturais, tendo como principal característica a capacidade de interligar fragmentos florestais e outros elementos encontrados em uma paisagem, assim como os corredores ecológicos. Porém, neste tipo de parque têm-se agregação de funções de uso humano, expressas principalmente por atividades de lazer e como rotas de locomoção humana não motorizada, compondo desta forma princípios de desenvolvimento sustentável” (p. 56).

A implantação desses parques pode solucionar os problemas ambientais de rios que passam por áreas urbanas a partir de uma nova maneira de ver a ocupação dos fundos de vales, isto é, pela valorização dos cursos d'água. Nesse sentido, os parques lineares precisam promover o resgate das paisagens fluviais como cerne não somente da questão ambiental, mas também como elemento agenciador do convívio social e dos benefícios econômicos e culturais que se estabelecem a partir da reinserção de rios no cenário urbano. (GUIMARÃES, 2011; MACHADO, 2013). Conforme justificado por Nahum (2007) os cursos d'água passam a fazer parte da convivência da população ao serem inseridos na paisagem das cidades, despertando na comunidade o sentido de apropriação, que passa entendê-los como um bem a ser protegido.

Em conformidade com a função social, os parques lineares podem incluir equipamentos de lazer atrativos à população, desde que não sejam o destaque e o objetivo final dos projetos de revitalização. Essas infraestruturas precisam ser encaradas como ferramentas para a educação ambiental e para o resgate dos cursos d'água como parte integrante da vida das pessoas, promovendo um reencontro com a natureza (MACHADO, 2013).

Por outro lado, visando permitir que o rio cumpra com a sua função ambiental, é possível promover a manutenção ou a reconstituição da vegetação ripária, priorizando uma borda de mata transitória (*buffer zone*) na área de proteção legal que cumpra com as funções de filtragem de sedimentos e nutrientes, estabilização das margens e atue como um corredor ecológico entre áreas preservadas, priorizando o fluxo gênico da flora e fauna (SANCHES, 2007; MACHADO, 2013).

A vegetação que compõe as margens dos cursos d'água pode ser manipulada e arranjada ao longo do rio criando espaços diversificados que possibilitem maior ou menor apropriação pelas pessoas. Assim, os espaços mais abertos podem ser destinados à função social dos parques lineares, com a implantação de equipamentos de lazer nessas áreas. Por outro lado, as áreas mais densamente vegetadas devem privilegiar a dimensão ambiental, tendo acessibilidade mais restrita de modo a cumprir com os objetivos ecológicos da revitalização (MELLO, 2007; SANCHES, 2007).

Na dimensão econômica, pode-se citar o baixo custo da proteção dos parques lineares quando se considera os diversos benefícios que podem ser gerados, tais como proteção contra inundações, limpeza do ar, armazenamento e purificação da água, entre outros já mencionados. Além disso, quando esses espaços são projetados e implantados para proporcionar múltiplos propósitos, atraem apoio de vários segmentos políticos e têm maior potencial de resistir ao longo do tempo (AHERN, 1995).

4 METODOLOGIA

A partir da definição dos componentes da dinâmica fluvial pertinentes ao estudo e apresentados na revisão da literatura, busca-se compreender de que forma as modificações de uso e ocupação de terras de uma bacia hidrográfica podem impactar a dinâmica hidrogeomorfológica de um curso d'água em área urbana. Para tanto, fez-se valer de um estudo de caso desenvolvido na bacia hidrográfica do rio Córrego Grande a fim de discutir a questão principal que motiva esta pesquisa: *quais os limites e as possibilidades de restabelecimento dos padrões de qualidade hidrogeomorfológica do rio Córrego Grande, visando a sua revitalização?*

O estudo de caso envolveu as seguintes atividades: a) caracterização física da BHCG, abordando as intervenções humanas sobre essa bacia; b) caracterização física do rio Córrego Grande, com identificação de impactos indiretos e diretos sobre o rio; c) identificação de restrições, possibilidades e alternativas ao restabelecimento da dinâmica geomorfológica do rio Córrego Grande.

Apresenta-se, na sequência, uma descrição das atividades que compõem o estudo.

4.1 Caracterização da bacia do rio Córrego Grande (BHCG)

Considerando o caráter integrador das dinâmicas que ocorrem em bacias hidrográficas, é determinante conhecer suas características quando se pretende entender as modificações causadas em cursos d'água. Esse conhecimento é necessário para verificar a viabilidade e definição de intervenções de revitalização adequadas a cada caso, evitando que as ações sejam apenas temporárias. Assim, discutem-se as relações dos aspectos físicos da BHCG com a dinâmica hidrogeomorfológica do rio Córrego Grande. Essa caracterização compreende:

Aspectos Geológicos – Referem-se às características litológicas das rochas, às estruturas geológicas e às características dos depósitos de sedimentos encontrados na área de estudo;

Aspectos Geomorfológicos – Compreendem as diferentes feições e modelos do relevo presentes na área de estudo. Inclui-se na descrição um mapeamento de declividades dos terrenos da BHCG, cujas classes definidas fazem referência às Áreas de Preservação Permanente (APP) e às Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL) constantes

no plano diretor do município de Florianópolis, bem como classes intermediárias, com o intuito de incluir recomendações acerca da implantação da urbanização em áreas de encostas, conforme proposto por Mascaró (1997);

Aspectos Pedológicos - Referem-se aos diferentes tipos de solo constantes na BHCG.

Aspectos hidroclimatológicos – As características hidroclimatológicas de maior interesse para o estudo são aqueles que influenciam o escoamento superficial da bacia hidrográfica. Assim, os dados de precipitação foram descritos em conjunto com as temperaturas médias mensais, para uma série histórica de dados obtidos junto a EPAGRI para a Grande Florianópolis.

Aspectos Hidrográficos – Compreende a rede de drenagem, as ordens dos canais e a densidade de drenagem da bacia do Córrego Grande. Além disso, inclui uma estimativa de descargas de pico e representações de seções transversais e do perfil longitudinal do rio principal.

Uso e ocupação das terras – A descrição de uso e ocupação das terras da BHCG foi feita para os anos de 1900, 1938, 1957, 1969, 1977, 1998 e 2012. As considerações para o ano de 1900 foram baseadas nas descrições feitas por VÁRZEA (1900; 1958), visto que a primeira cobertura aerofotogramétrica da área estudada foi realizada no ano de 1938. Para os anos seguintes foram realizadas interpretações de fotografias aéreas e vetorização de diferentes classes de usos da terra, resultando na apresentação de mapas para os anos de 1957, 1977, 1998 e 2012. As fotografias referentes ao voo de 1957 (em escala 1: 25.000) pertencem à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Apoio ao Mercosul (SDE). As fotos aéreas de 1998 (escala 1: 15.000) foram fornecidas pela CELESC. Já as de 1938, 1977 (escala 1:25.000) e de 2012 (escala 1: 10.000) foram obtidas junto ao Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF).

Ressalta-se que os mapas de usos das terras referentes aos anos de 1977 e 1998 e os mapas geológicos, geomorfológicos e pedológicos apresentados foram adaptações realizadas a partir do mapeamento de Vargas de Cristo (2002) para o setor leste da Bacia Hidrográfica do Itacorubi.

4.2 Caracterização do rio Córrego Grande

Esta etapa da pesquisa consiste na caracterização morfológica do rio Córrego Grande com a finalidade de analisar a sua relação com os aspectos biofísicos da bacia. Além disso, buscou-se identificar as intervenções diretas sobre o rio e suas consequências sobre a dinâmica geomorfológica fluvial. De acordo com Cunha (1995), mudanças nos processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos podem ocorrer com diferentes graus de intensidade em áreas urbanas, devido, por exemplo, à remoção da vegetação ripária, às fundações de obras de engenharia e ao realinhamento de canais. Tais intervenções refletem imediatamente no padrão dos canais, na forma da seção transversal e no perfil longitudinal dos rios, transformando suas características naturais.

Sabe-se da importância para uma pesquisa desta natureza de estudos geomorfológicos que envolvam a análise qualitativa e quantitativa dos canais fluviais e o reconhecimento de mudanças no comportamento sedimentológico responsáveis por modificações na morfologia dos canais. Entretanto, constantes intervenções realizadas sobre o curso d'água durante a realização desta pesquisa inviabilizou o monitoramento das seções transversais do curso d'água, de modo que se optou pela análise qualitativa do rio Córrego Grande. As intervenções realizadas referem-se a obras de dragagem do canal, desmatamento de remanescente de vegetação ripária e construção de um sistema de tratamento de esgoto às margens do curso d'água.

4.2.1 Divisão do rio Córrego Grande em trechos funcionalmente homogêneos

O Córrego Grande foi dividido em trechos funcionais homogêneos, isto é, em trechos que se diferenciam por sua morfologia e, portanto, atuam de forma distinta entre si, embora interconectados (AMOROS e PETTS, 1993 apud DÍAZ E OLLERO, 2005). Essa divisão foi baseada na metodologia de Díaz e Ollero (2005) e tem como critérios a morfologia do canal vista em planta, a declividade do canal e a morfologia do vale fluvial. Os limites entre os trechos ocorreram em pontos onde se observou mudanças morfológicas de acordo com os critérios descritos. Considera-se que a morfologia do canal em planta e as classes de declividade são os principais indicativos do funcionamento do sistema fluvial e, portanto, são os elementos prioritários na divisão do rio em trechos. Para determinar a morfologia dos canais calcularam-se os índices de sinuosidade (Figura 9) e as declividades entre pontos que mantêm um mesmo padrão.

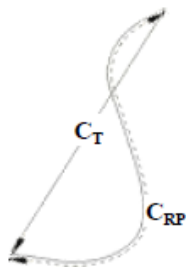


Figura 9 - Representação das grandezas utilizadas no cálculo da sinuosidade: comprimento real do rio principal (C_{rp}) e o comprimento vetorial do canal (C_t).

De acordo com a referência adotada para os índices de sinuosidade (BRICE, 1964) os valores menores que 1.05 representam canais retos, enquanto valores entre 1.05 e 1.5 correspondem a canais sinuosos. Índices acima de 1.5 são classificados como meandantes (LEOPOLD E WOLMAN, 1957; BRICE, 1964). Entretanto, este padrão de canal não foi encontrado na BHCC.

A declividade de cada trecho foi calculada dividindo-se a diferença total de elevação entre os seus dois pontos extremos pela extensão horizontal do curso d'água entre estes dois pontos. Os intervalos de declividade seguem a metodologia Díaz e Ollero (2005) que, por sua vez, baseia-se nos valores adotados na classificação de rios proposta por Rosgen (1996).

O passo seguinte foi observar o tipo de vale. Os vales são importantes indicativos do grau de encaixamento do canal e do seu potencial de desenvolvimento ou migração lateral. Além disso, fornecem informações sobre os controles estruturais a que os canais estão submetidos. A determinação dos tipos de vale foi realizada a partir da geração de um MDT (Modelo Digital de Terreno) e apoiada pelo TIN (Triangular Irregular Network).

A associação da morfologia dos canais ao seu encaixamento no vale deu origem a 07 trechos funcionalmente homogêneos do rio Córrego Grande. Após os trabalhos de geoprocessamento, procedeu-se de validação em campo e ajustes no comprimento de alguns trechos, principalmente em setores cujos canais sofrem controle estrutural.

Feita a divisão do rio Córrego Grande em trechos funcionais procedeu-se à análise para relacionar cada trecho às zonas de bacia hidrográficas descritas por SCHUMM (1977): produção, transferência e

deposição. Essa análise contou com o auxílio do Modelo Digital de Terreno (MDT).

4.2.2 Aplicação do IHG

Cada um dos trechos definidos foi percorrido em campo para a caracterização do ambiente fluvial do rio Córrego Grande, a exceção do trecho 1 devido à dificuldade de acesso. Esta atividade permitiu a análise da qualidade do sistema a partir da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – IHG (OLLERO et al, 2007). Este índice avalia três grandes grupos: qualidade funcional do sistema fluvial; qualidade do canal; e qualidade das ribeiras, cada um contendo três parâmetros indicativos do seu nível de qualidade. Têm-se, no conjunto, nove parâmetros aos quais se atribuiu 10 pontos nos casos em que correspondem à situação natural do rio. Nos casos onde se observou pressões humanas procedeu-se à subtração de pontos, conforme a ficha que compõe o índice para a avaliação da qualidade hidrogeomorfológica de sistemas fluviais - IHG (anexo 1).

A pontuação atribuída indicou o nível de qualidades parciais de cada trecho, conforme estabelecido no IHG (Quadro 1). A soma dos pontos obtidos em cada grupo de qualidades parciais indicou o nível de qualidade hidrogeomorfológica de cada trecho, conforme (Quadro 2).

Quadro 1 - Intervalos de referência indicativos do nível de qualidades parciais do sistema fluvial.

QUALIDADES PARCIAIS	
VALOR IHG	ESTADO
00 a 06	MUITO RUIM
07 a 13	DEFICIENTE
14 a 19	MODERADA
20 a 24	BOA
25 a 30	MUITO BOA

Fonte: OLLERO et al (2009).

Quadro 2 - Intervalos de referência indicativos do nível de qualidade hidrogeomorfológica do sistema fluvial.

QUALIDADE HIDROGEOMORFOLÓGICA DO TRECHO	
VALOR IHG	ESTADO
00 a 20	MUITO RUIM
21 a 41	DEFICIENTE
42 a 59	MODERADA
60 a 74	BOA
75 a 90	MUITO BOA

Fonte: OLLERO et al. (2009).

Após a aplicação do IHG foi realizado o agrupamento de trechos com estados de qualidade hidrogeomorfológica semelhantes, com o intuito de facilitar a identificação das áreas da bacia mais impactadas por intervenções humanas, bem como para direcionar as recomendações de revitalização em função do tipo de impacto observado.

Importa ressaltar que a metodologia aqui proposta teve como objetivo caracterizar a morfologia do rio Córrego Grande frente às condições físicas da bacia. Deste modo, além de apresentar a valoração final indicativa da qualidade do rio obtida por intermédio do IHG procurou-se, em cada trecho avaliado, traçar relações dos aspectos morfológicos observados com as características biofísicas da bacia e com as modificações de uso e ocupação da terra que nela ocorreram.

4.3 Identificação de restrições, possibilidades e alternativas ao restabelecimento da dinâmica hidrogeomorfológica do Córrego Grande

Com base nos resultados obtidos com o IHG foi possível comparar a situação biofísica existente no ambiente fluvial do Córrego Grande com uma condição de referência, a qual foi adotada como o estado de qualidade esperado para ambientes não impactados por ações humanas e que recebe 10 pontos em cada um dos parâmetros avaliados com o IHG.

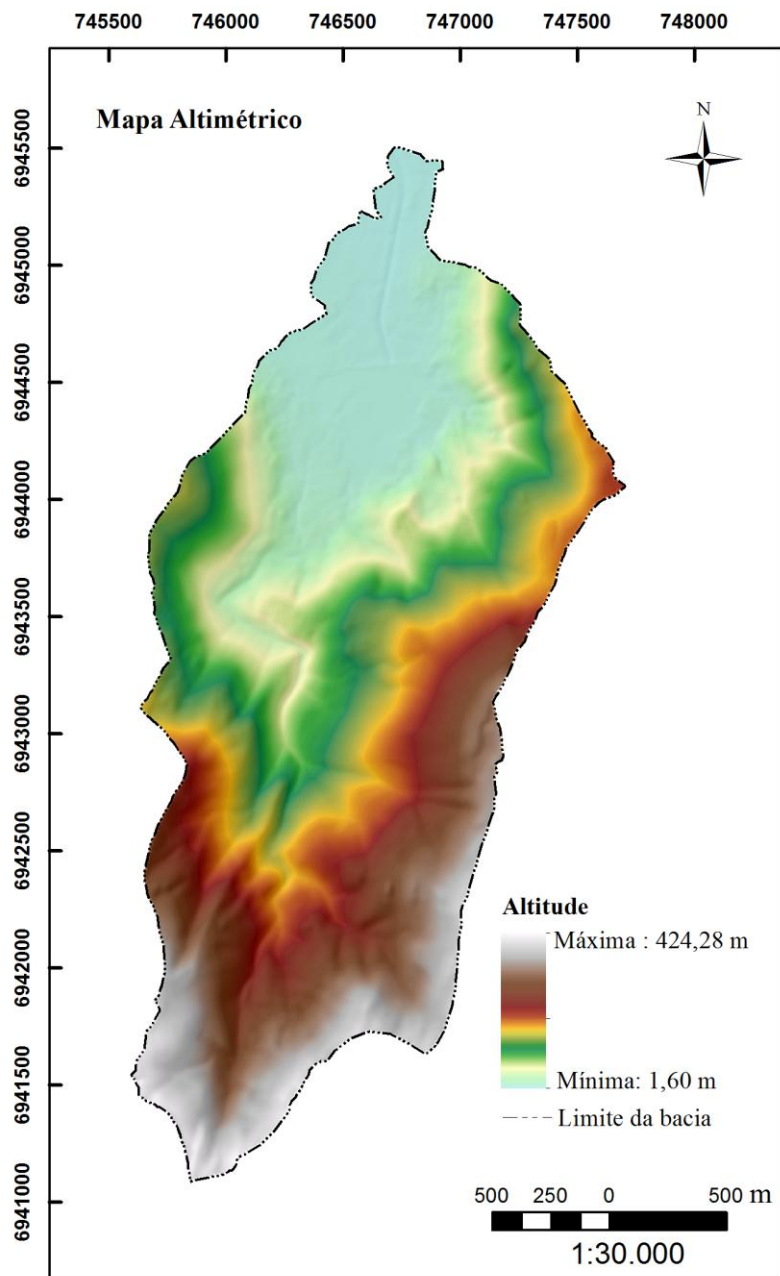
Conhecidos os impactos causados pelas ações humanas em cada um dos trechos avaliados verificou-se a escala de ocorrência dos processos. Na sequência, foram avaliadas as possibilidades de restabelecimento dos elementos impactados no sistema fluvial, com base nas restrições impostas pelas intervenções humanas na bacia

hidrográfica ou diretamente sobre o canal fluvial. Finalmente, foram recomendadas alternativas para melhorar a qualidade hidrogeomorfológica do ambiente fluvial do Córrego Grande.

5 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO GRANDE

5.1 Aspectos Geomorfológicos

A Bacia Hidrográfica do Córrego Grande (BHCG) ocupa uma área de aproximadamente 5,2 Km² e está compreendida em uma faixa altimétrica que vai de 1,6 a 424 metros acima do nível do mar (Mapa 2 e Figura 10), inserida em duas Unidades Geomorfológicas: Serras do leste Catarinense e Planícies Costeiras. Em cada unidade verificam-se, respectivamente, dois tipos de modelados separados de acordo com a gênese e/ou energia do relevo: os modelados *de dissecação*, que ocorrem em terrenos altos e por isso apresentam processos de erosão dominantes sobre os de sedimentação; e *modelados de acumulação*, que por ocorrerem em terrenos mais baixos são áreas onde predomina o acúmulo de sedimentos (HERMANN e ROSA, 1991). Na sequência, são apresentadas as duas unidades geomorfológicas onde se insere a BHCG e seus respectivos modelados (Mapa 3).



Mapa 2 - Altimetria da Bacia Córrego Grande. Fonte: próprio autor.

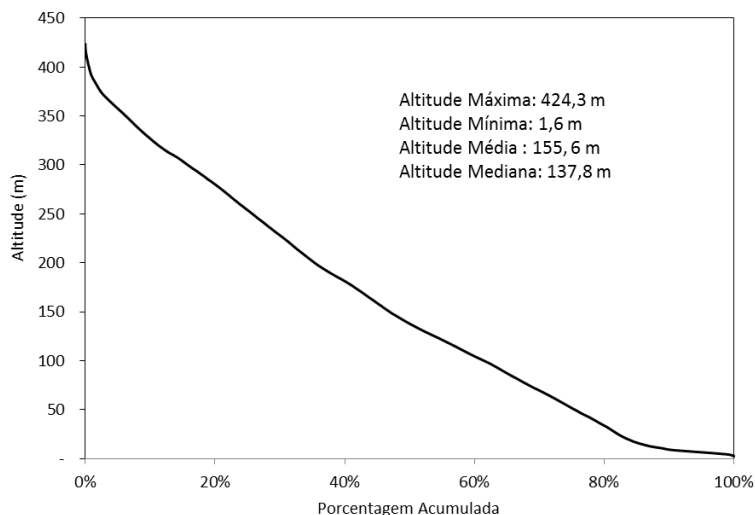


Figura 10 – Curva hipsométrica da bacia do Córrego Grande. Fonte: próprio autor.

5.1.1 Unidade Geomorfológica Serras do Leste Catarinense

A Unidade Geomorfológica Serras do Leste Catarinense compreende uma extensão de terrenos onde há uma sequência de elevações dispostas de forma sub-paralela que reduzem gradativamente em direção ao mar. Tais elevações conferem ao relevo o aspecto de cristas orientadas, predominantemente, no sentido NE-SW segundo antigas zonas de fraturas de embasamento ou falhas mais recentes relacionadas ao mecanismo de "rifteamento" do Atlântico Sul (ROSA, 1997). *Ostrends* estruturais presentes nesta unidade condicionam intensa dissecação do relevo, gerando interflúvios convexos e estreitos e vales profundos cujas vertentes altamente declivosas são sulcadas e interrompidas por rupturas de declive.

Nestes terrenos, o escoamento superficial difuso promove o carreamento de material de menor granulometria, lavando o horizonte superficial do solo. Como consequência, as vertentes exibem, frequentemente, blocos rochosos e matacões graníticos (ROSA, 1997). Em eventos de grande volume e intensidade pluviométrica as vertentes muito íngremes das escarpas de maciços e morros apresentam condições propícias a movimentos de massa, mesmo em terrenos com cobertura vegetal (CRUZ, 1998).

Na BHCG é possível individualizar três conjuntos de formas de relevo de acordo com o grau de dissecção e a forma das encostas: um modelado de Dissecção em Morraria (Outeiros), um modelado de dissecção em Montanhas e um modelado de dissecção em Patamares.

O mais expressivo na BHCG é o *modelado de dissecção em Morrarias (Outeiros)*, cujas amplitudes altimétricas são inferiores a 200 metros com vales encaixados, conformando morros com vertentes convexo-côncavas (HERMANN e ROSA, 1991). Localmente, corresponde às formas de relevo de transição entre a Planície Costeira e as áreas de dissecção em montanhas.

O *modelado de Dissecção em Montanha* ocorre na porção sul do BHCG e engloba elevações superiores a 200 metros com encostas íngremes. Caracteriza-se por vales encaixados, interflúvios angulosos e vertentes bastante dissecadas, por vezes com ombreiras oriundas do trabalho erosivo ao longo do tempo (HERMANN e ROSA, 1991).

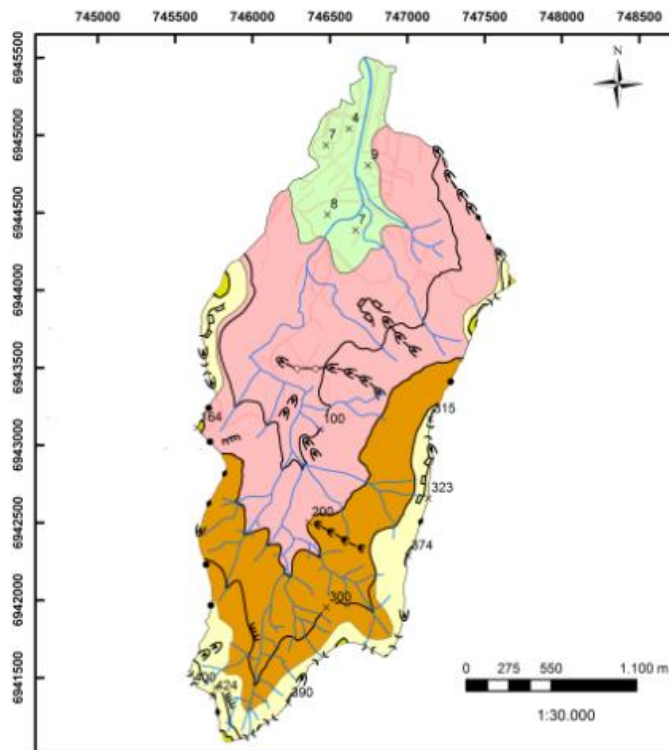
Junto aos principais divisores de água BHCG ocorre o *modelado de Dissecção em Patamares*. Esta forma de relevo apresenta elevações superiores a 200 metros e dimensão espacial com características próprias que o diferencia do modelado de dissecção em Montanha: são pouco dissecados, apresentam topos planos e exibem ombreiras e patamares (VARGAS DE CRISTO, 2002).

5.1.2 Unidade Geomorfológica Planícies Costeiras

As Planícies Costeiras compreendem uma extensão de terrenos planos ou pouco dissecados, onde a geração do relevo está intrinsecamente relacionada à sedimentação proporcionada por variações do nível marinho ocorridas durante o Quaternário (HERMMANN e ROSA, 1991).

Na BHCG, o único modelado de acumulação pertencente a esta unidade é a Planície Fluvio-Marinha. Este modelado é caracterizado por áreas planas sujeitas a inundações periódicas, resultantes de processos fluviais associados à dinâmica marinha. São, portanto, áreas constituídas de sedimentos arenosos de origem marinha e siltico-argilosos de origem fluvial (HERMMANN e ROSA, 1991). Este modelado ocupa a porção norte da BHCG, correspondendo a um setor com cotas entre 1,6e 10 metros com a declividade quase nula.





Mapa 3 - Mapa Geomorfológico da Bacia do Córrego Grande.



**Mapa 3 - Geomorfologia da
bacia do Córrego Grande**

Convenções Cartográficas

- Ruptura de declive
- Colo ou Sela
- Ombreira
- Patamar
- Topo plano
- Interflúvio convexizado principal
- Interflúvio anguloso principal
- Interflúvio convexizado secundário
- Curvas de nível
- Cota não comprovada
- Estradas
- Cursos d'água

Unidades Geomorfológicas	Serras do Leste Catarinense		Dissecção em Patamar
			Dissecção em Montanha
			Dissecção em Morraria (Outeiro)
	Planícies Costeiras		Acumulação Flúvio-Marinha

Projeção Universal de Mercator (Zona 22S)
Datum horizontal: SAD 69
Fonte: Adaptado de Vargas de Cristo (2002).

5.1.3 Declividade da BHCG

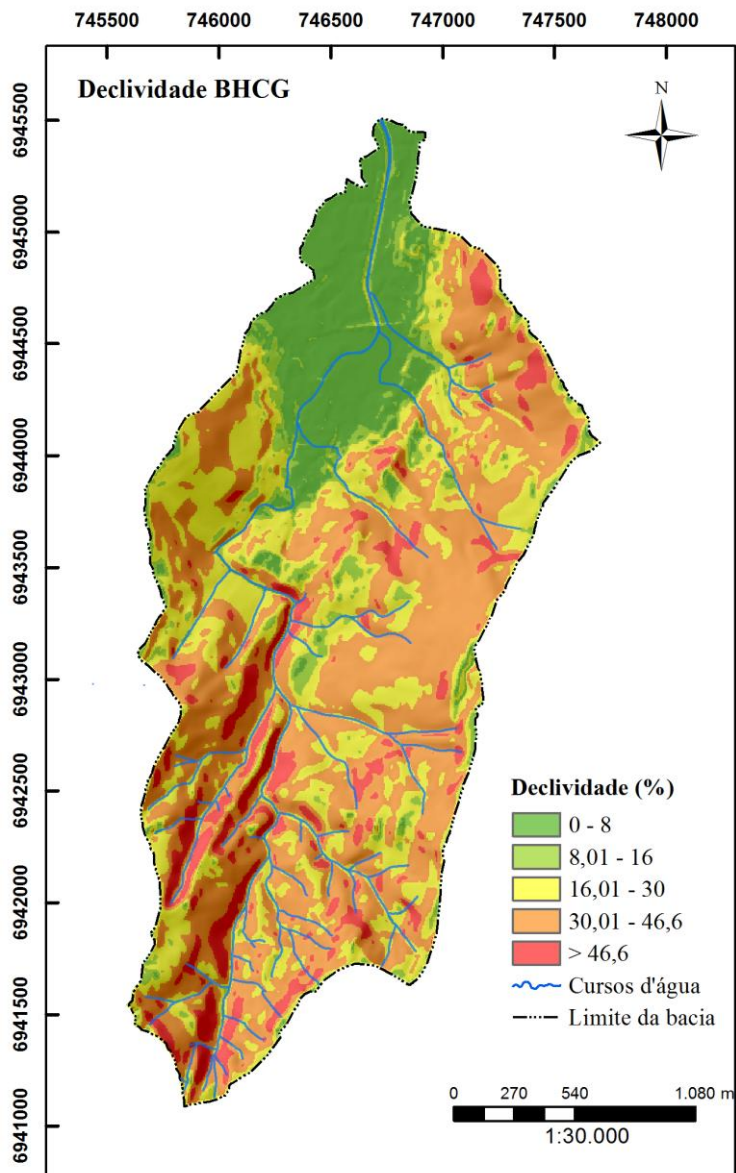
Relativamente às declividades dos terrenos da BHCG, temos maior abrangência da classe entre 30 e 46,6%, enquadrando estas terras em Áreas de Preservação com Uso Limitado de Encostas (APL-E), conforme estabelecido no Plano Diretor do Município de Florianópolis (2014).

Destaca-se, ainda, a classe de declividades entre 16 e 30% configurando, segundo Mascaró (1997), terrenos inadequados para construções civis, pois necessitam de obras especiais para a sua estabilização.

A classe com declividades superiores a 46,6% concentra-se, principalmente, nas vertentes da bacia, sendo considerada APP pelo Plano Diretor Municipal. Estas áreas são impróprias à ocupação ou outros usos de ordem antrópica porque, uma vez desmatadas ou terraplanadas para construções, tornam-se mais susceptíveis à erosão, a deslizamentos e a rolamentos de blocos e matacões, tal como aponta Vargas de Cristo (2002) para a área estudada.

Os terrenos com declividades entre 0 e 16 % são planos ou levemente ondulados. De acordo com Mascaró (1997), deve-se evitar a ocupação de áreas com declividades por volta de 2 %, pois os terrenos apresentam dificuldade de drenagem. Aqueles que apresentam declividades entre 2 e 8 % são ideais para qualquer uso desde que respeitadas as APPs. Já os terrenos com declividades entre 8 e 16% apresentam algumas restrições de uso: em condições originais podem servir para usos que não necessitem de construções e, em caso de ocupação urbana, devem ser feitos cortes e aterros para dotá-los de patamares.

As manchas de declividade correspondentes às faixas especificadas para a BHCC estão representadas no Mapa 4e a curva de distribuição das declividades está representada na Figura 11, conforme segue:



Mapa 4 – Classes de declividade estabelecidas para a bacia do Córrego Grande. Fonte: próprio autor.

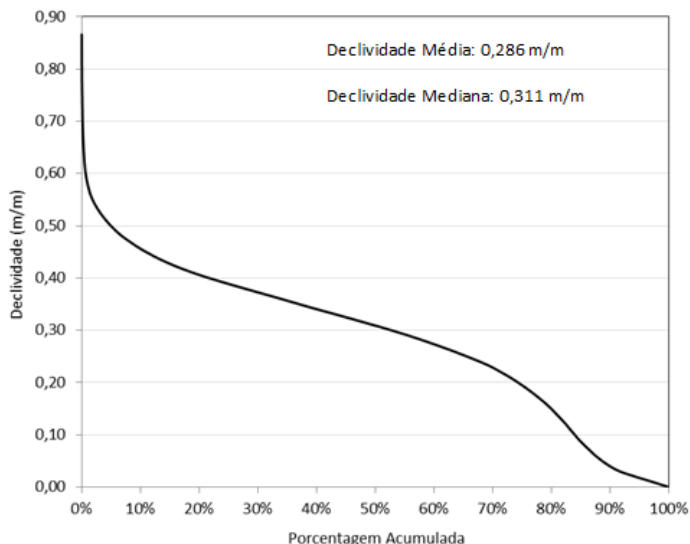
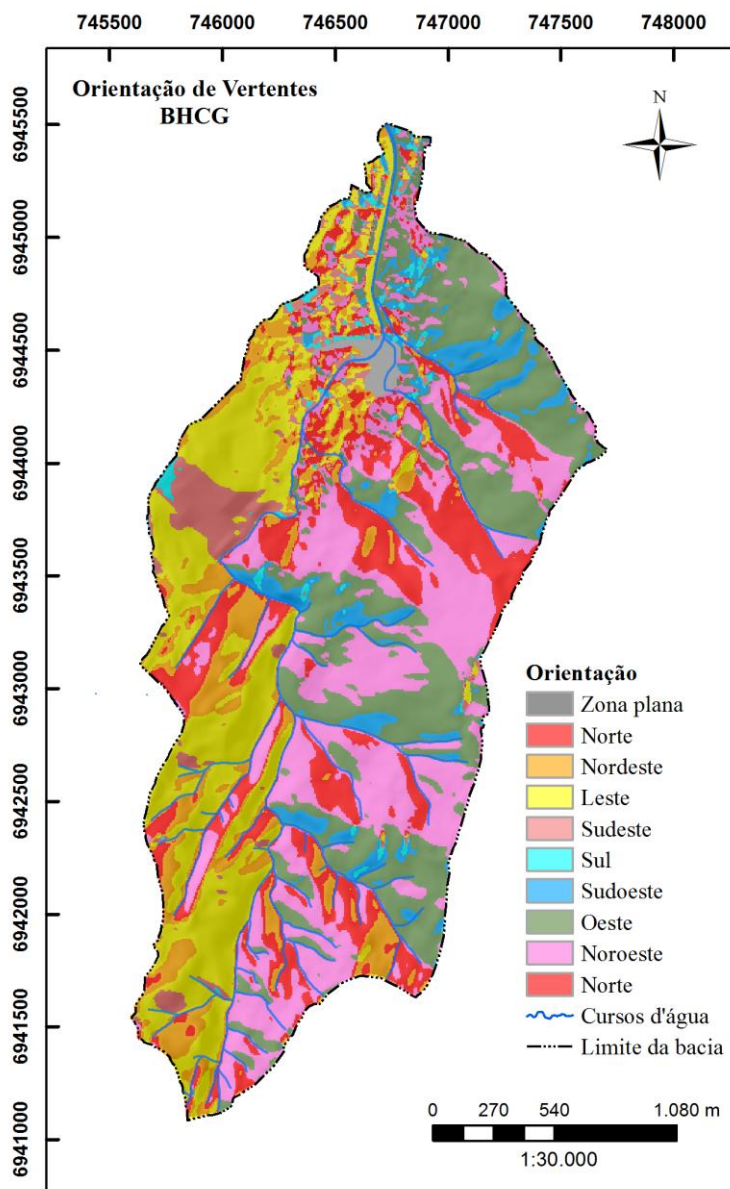


Figura 11 - Curva de distribuição de declividades da bacia do Córrego Grande. Fonte: próprio autor.

Com relação à exposição das vertentes, a BHCG é predominantemente orientada a Noroeste e a Leste, conforme se verifica no Mapa 5. Estas informações são importantes para a presente pesquisa, pois auxiliam no entendimento sobre as direções de fluxo e de mobilização da carga sólida aportada pela bacia, podendo ser utilizada em conjunto com os mapas de usos da terra para verificar possíveis desconexões entre o rio e a vertente.



Mapa 5 - Exposição das Vertentes da Bacia do Rio Córrego Grande.
Fonte: próprio autor.

5.2 Aspectos Geológicos

O conhecimento dos aspectos geológicos é fundamental para a presente pesquisa visto que a natureza geológica dos terrenos está diretamente relacionada com os processos de erosão e sedimentação e, por conseguinte, com a morfologia do leito dos rios. O mapeamento da área revela que ocorrem dois domínios geológicos na BHCG: o complexo cristalino e a planície sedimentar de formação recente (Mapa 6).

5.2.1 Complexo Cristalino

O complexo cristalino é representado na BHCG pelo Granito Ilha, pelos Milonitos e Cataclasitos, todos cortados por diques de diabásio.

O *Granito Ilha* caracteriza-se, de maneira geral, como uma rocha granítica de coloração rosada a cinza claro, com textura equigranular que varia de mediana a grosseira ou pórfira (cristais maiores envolvidas em uma matriz de grãos menores). Os minerais que o constitui são, essencialmente, plagioclásio, k-feldspato, quartzo e biotita (BASEI, 1985). Na BHCG as rochas apresentam textura mais grosseira e com baixo teor de biotitas, tornando-as bastante erodíveis. Dessa maneira, o Granito Ilha tende a contribuir com o aporte de sedimentos para o rio Córrego Grande e seus afluentes. Ademais, são encontradas áreas onde o Granito Ilha exibe deformações cataclásticas e miloníticas, de modo que foram mapeadas áreas da bacia com ocorrência de Milonito-Cataclasito.

Os *cataclasitos* são rochas originadas por um metamorfismo dinâmico de baixa pressão e temperatura. Trata-se de rochas que sofrem fragmentação e moagem pelo cisalhamento rúptil das rochas preexistentes, sendo coletivamente designadas rochas cataclásticas (GUERRA, 2010).

Diferindo dos cataclasitos, os *milonitos* são rochas produzidas pelo cisalhamento dúctil das rochas pré-existent, as quais são finamente trituradas ao longo de planos de falha e posteriormente consolidadas por soluções ascendentes silicosas (GUERRA, 2010). Esta condição dúctil resulta no estiramento e achatamento dos minerais, definindo uma zona com estrutura foliada, tal como ocorre na BHCG.

De acordo com Vargas de Cristo (2002) a presença de milonitos e cataclasitos é um indicativo de locais com alto grau de intemperização,

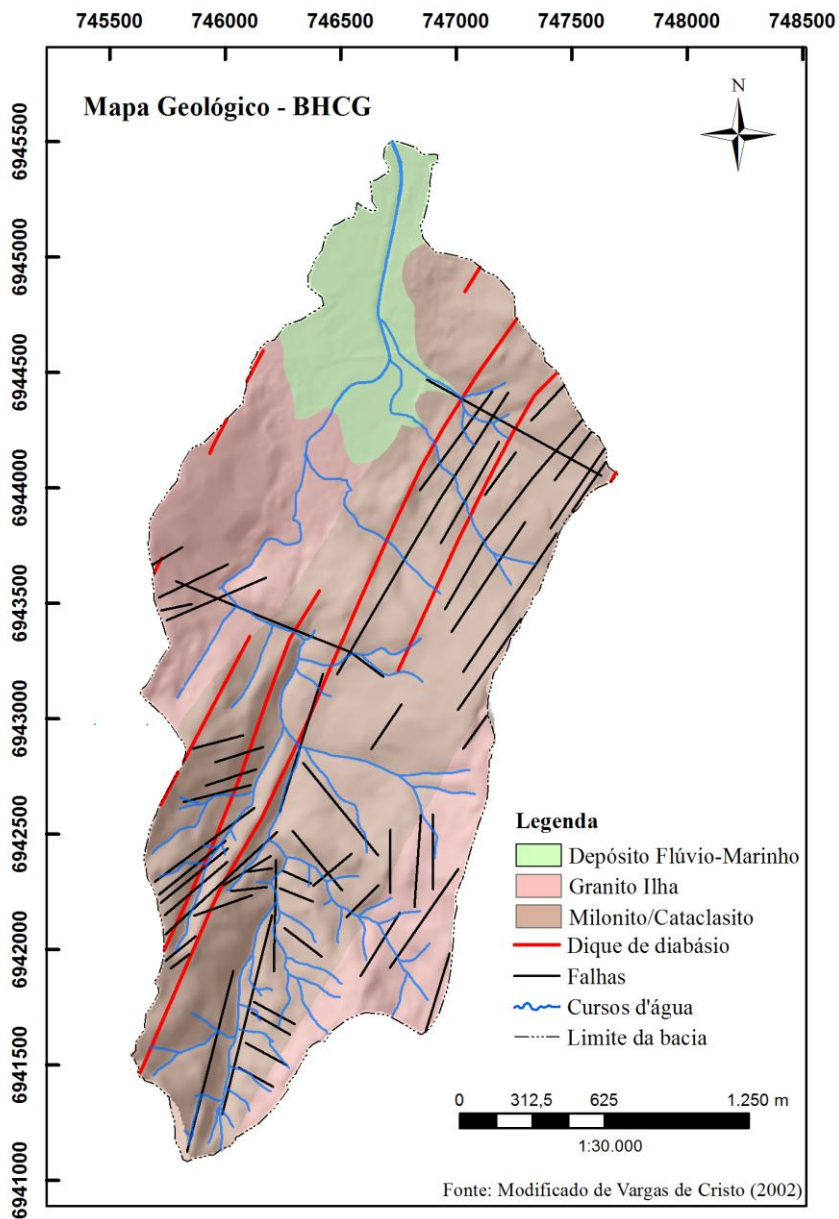
visto que o comportamento quebradiço dessas rochas facilita o intemperismo local. Além disso, a sua tendência à alteração facilita a percolação da água superficial.

Todos os tipos de rochas supracitados aparecem na BHCG cortadas por *diques de diabásio*, que são definidos como corpos de rochas ígneas, tabulares, mais ou menos verticais, cujas intrusões se fazem em fraturas preexistentes nas rochas encaixantes (BIGARELLA, 1985). Os diques de diabásio encontrados na BHCG são compostos por piroxênio, magnetita-ilmenita, e plagioclásio e estão orientados, preferencialmente, no quadrante NE e, secundariamente, no quadrante NW. Possuem texturas variando de finas a médias e ocorrem em diferentes espessuras, desde alguns centímetros até dezenas de metros de largura, como é o caso do dique que aflora área conhecida como cachoeira do Poção, com cerca de 40 metros de largura.

Além dos diques de diabásio, foram mapeadas várias fraturas e falhas geológicas na BHCG. As fraturas englobam todas as deformações acompanhadas de rupturas na rocha, enquanto as falhas são rupturas com desnivelamentos na continuidade das camadas que apresentaram certo grau de rigidez por ocasião dos movimentos tectônicos. Estes esforços dão o aparecimento de certas formas de relevo chamadas estruturas falhadas (GUERRA, 2010). Tais estruturas são expressivas na BHCG e facilmente identificáveis, uma vez que condicionam o intemperismo, a erosão e a dissecação nos maciços cristalinos. Estes processos, em conjunto, são responsáveis por moldar as variações topográficas da bacia.

5.2.2 Planície Sedimentar

A planície sedimentar é uma área da bacia com terrenos quase planos formados por material inconsolidado. Neste setor, ocorrem processos erosivos e deposicionais sob condições distintas de ambiente. Corresponde aos depósitos Flúvio-Marinhos da BHCG, que são locais de planície formados pela deposição de sedimentos arenosos provenientes da ação marinha associados aos sedimentos síltico-argilosos do fluxo fluvial (HERRMANN e ROSA, 1991).



Mapa 6 - Mapa geológico da bacia do Córrego Grande. Fonte: Adaptado de Vargas de Cristo (2002).

5.3 Aspectos Pedológicos

A ocorrência de determinado tipos de solos na bacia hidrográfica mantém relações com a topografia do terreno onde os solos se desenvolvem e segue certa ordem no relevo, chamada de topossequência. Isso pode ser observado com relativa facilidade onde não há interferência antrópica com escavações e aterros. Santos (1997) apresenta uma topossequência típica do setor oeste da Ilha de Santa Catarina, constituída por litólicos, cambissolos, podzólicos vermelho-amarelo, cambissolo e solos indiscriminados de mangue, gleis e podzóis (Figura 12).

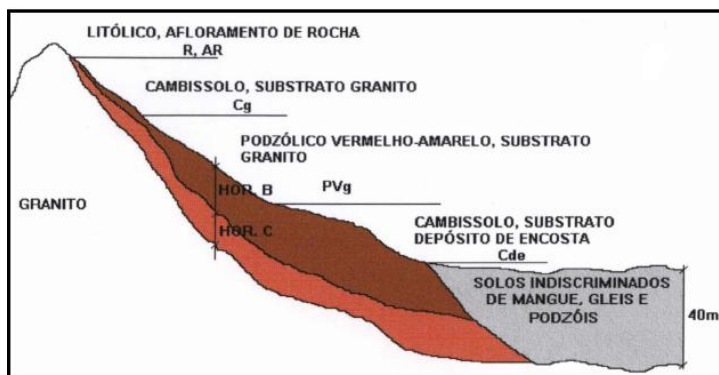
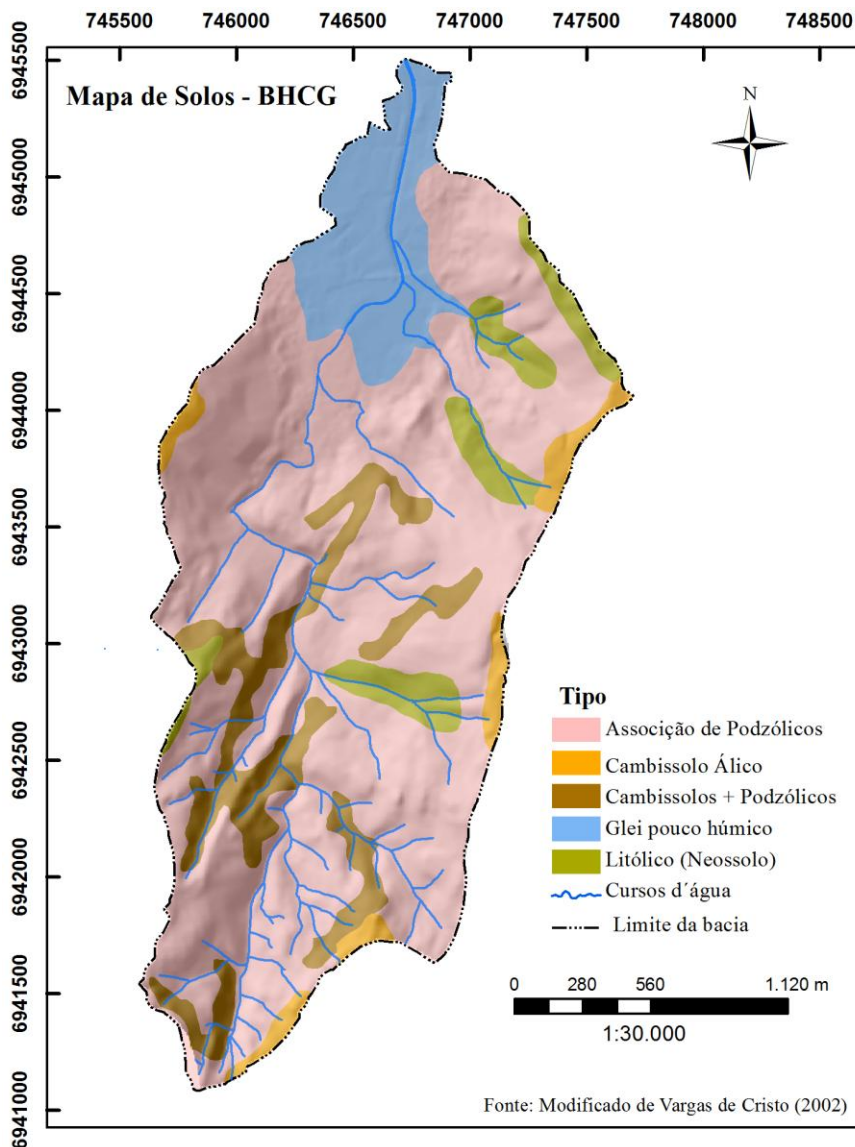


Figura 12 - Topossequência típica do setor oeste da Ilha de Santa Catarina. Fonte: SANTOS (1997).

A topossequência apresentada está de acordo com os solos encontrados na BHCG, onde se desenvolvem solos que variam de litólicos, passando por cambissolos e podzólicos, até gleissolos (Mapa 7). Importa lembrar que os podzólicos e os litólicos foram reclassificados pela EMBRAPA (1999) passando a ser denominados, respectivamente, de Argissolos e Neossolos.



Mapa 7 - Mapa de solos da bacia do Córrego Grande. Fonte: Adaptado de Vargas de Cristo (2002)

Os *litólicos* (neossolos) encontram-se nas áreas de alta encosta da bacia, junto a algumas cabeceiras de drenagens. São solos minerais

com alta e média atividade de argilas, rasos (< 50 cm até o substrato rochoso) com o horizonte A pouco espesso diretamente sobre o horizonte C ou sobre a rocha (SANTOS, 1997). Segundo Hermann (1989) o baixo grau de desenvolvimento dos perfis deste solo está relacionado com o curto tempo de exposição da rocha aos processos de intemperismo ou, ainda, pelo fato de ocorrer em relevo muito acidentado e com pouca cobertura vegetal, o que facilita a remoção das camadas superficiais e limita o aprofundamento do perfil.

A associação de podzólicos vermelho-amarelo e vermelho-escuro (argissolos) ocorre na maior área da BHCG. Estes solos estão relacionados aos relevos ondulados a forte ondulados.

Opodzólico vermelho-amarelo é um tipo de solo originado do Granito Ilha, o qual apresenta textura grosseira gerando solos bastante granulares. Conforme Santos (1997) o perfil típico deste solo é formado pelos horizontes A, B, C, RA e R. Entretanto, em locais urbanizados é comum a remoção dos Horizontes A e B pelas obras de engenharia. O horizonte A varia de raso a moderado e apresenta coloração clara que se deve à perda de argila para o horizonte B (SOMMER e ROSATELLI, 1991). O horizonte B possui textura que varia de argilosa a muito argilosa, cuja coesão oferece maior resistência à erodibilidade. De acordo com Santos (1997) há uma transição gradual para o horizonte C, que tem granulometria maior do que a encontrada no horizonte B devido à diferenciação no processo de intemperismo e à granulometria variável da rocha de origem. A autora (op. Cit) observou que o horizonte C, quando exposto no estado natural, é muito erodível, especificamente quando originado de granito com textura mais grosseira e com menor teor de máficos (biotitas) como é o caso do Granito Ilha, de grande ocorrência na BHCG.

Localmente, o podzólico vermelho-amarelo está associado ao *podzólico vermelho-escuro*, oriundo dos diques de diabásio. Este último distingue-se pela coloração avermelhada mais escura e teores de óxidos de ferro mais elevados. Apresenta um horizonte B textural, o que significa dizer a sua textura arenosa teve incremento de argila, resultando em maiores teores de argila que os horizontes sub e sobrejacentes. Tal característica torna este solo bastante suscetível à erosão, sendo tanto maior o problema quanto maior for a declividade do terreno (SOMMER e ROSATELLI, 1991). Ambos os solos são pouco profundos, entretanto, os podzólicos associados ao diabásio apresentam espessuras relativamente maiores se comparados àqueles associados ao granito Ilha. Investigações realizadas por Vargas de Cristo (2002) no

setor leste da bacia do Itacorubi revelaram solos com espessura média de 1,50 m para os podzólicos vermelho-escuros e de 1,30 para podzólicos vermelho-amarelos.

Os *cambissolos* apresentam propriedades semelhantes às do podzólico vermelho-amarelo, diferindo-se pelo grau de desenvolvimento do horizonte B e por sua espessura, menor que 50 cm. Estes solos ocorrem em patamares da alta encosta, junto aos divisores de água da BHCG, e em locais com topografia íngreme e dissecada, o que impede a formação de camadas espessas. (SANTOS, 1997). Desenvolvem em locais onde a erosão causada pelo escoamento superficial ou por movimentos de massa retira a cobertura original do solo, tendendo a apresentar matações dispersos em seu meio e planos de rupturas formando caminhos preferenciais de percolação d'água.

Osgleissolos encontrados na BHCG estão representados pelo tipo Glei pouco húmico. Este solo é formado por sedimentos siltico-argilosos e argilo-arenosos, os quais são trazidos de solos em posições altimétricas mais elevadas pelo escoamento superficial difuso e pela ação fluvial e adicionados aos sedimento arenosos de origem marinha. São solos hidromórficos cujas camadas siltico-argilosas se intercalam com as camadas arenosas, ocasionalmente com níveis de solo orgânico de baixa capacidade de suporte entre as mesmas (SANTOS, 1997). Apresentam horizontes com coloração acinzentada (glei) devido à redução de óxido de ferro que ocorre em condições de encharcamento durante todo o ano ou parte dele.

5.4 Aspectos Hidro-Climatológicos

No município de Florianópolis há o domínio das Massas de Ar Tropical Atlântica (quente e úmida), Intertropical (quente) e Polar Atlântica (fria), as quais condicionam o clima local. De acordo com a classificação de Köppen o clima no município está no limite sul da zona subtropical, classificando-se como mesotérmico úmido, tipo Cfa (clima subtropical com verão quente), com chuvas uniformemente distribuídas ao longo do ano, apesar de registrarem-se os maiores índices pluviométricos no verão. Em geral, o ritmo das chuvas do município é resultado do encontro da Frente Polar Atlântica, condicionante dos ventos Sul e Sudeste, com a Massa Tropical Atlântica, responsável pelos ventos Norte e Nordeste (FREYESLEBEN, 1979).

Dados compilados da Estação Pluviométrica Florianópolis para um período de 65 anos, compreendido entre os anos de 1948 e 2013,

mostram que a precipitação média mensal no município foi de 128,9 mm/mês e a média anual de 1547,09 mm/ano. A Figura 13 apresenta o total de precipitação mensal e o número médio de dias de chuva mensal para o referido período. Destaca-se neste período a ocorrência de três eventos extremos. Em novembro do ano de 1997 as precipitações atingiram 404,8 mm em 24 horas, correspondendo a três meses do esperado para aquele mês. Segundo Silva (2010), este evento foi responsável por 9 mortes e aproximadamente 8.500 desabrigados. Quatro anos mais tarde, em dezembro de 1995, foram registradas para o município de Florianópolis precipitações que alcançaram 541,2 mm em 9 dias, resultando em 6 mortes e 7.032 desabrigados. No mês de janeiro de 2008 novamente a chuva causou estragos na cidade de Florianópolis e a Bacia do Rio Itacorubi foi bastante atingida. Naquele mês choveu em Florianópolis 459 mm, o equivalente a 2,6 vezes o esperado. Cerca de 11 mil pessoas sofreram com a enchente, sendo que 2.295 ficaram desabrigadas (VPC/BRASIL, 2008).

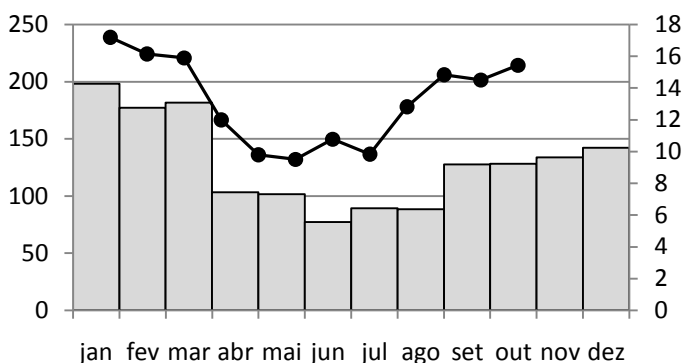


Figura 13 - Gráfico do total de precipitação média mensal e distribuição do número médio de dias de chuva mensal para o período de 65 anos. Fonte: CLIMERH/EPAGRI/INMET (2003).

Relativamente às temperaturas tem-se, de maneira geral, que o município de Florianópolis está na dependência do papel regulador térmico desempenhado pela maritimidade. A média anual está em torno dos 20 ° C, oscilando entre os extremos de 25° C no mês de fevereiro e 16 ° C no mês de Julho (DUTRA, 1998).

O Comportamento hidrológico da bacia do rio Córrego Grande está relacionado com as características climáticas e com os aspectos

geomorfológicos descritos anteriormente. Nesse sentido, o clima está ligado, basicamente, à distribuição espacial do volume das precipitações ocorridas ao longo do ano e à temperatura recebida. Por outro lado, os aspectos geomorfológicos da bacia exercem influência sobre os processos de escoamento.

Conforme já mencionado, a bacia do Córrego Grande é uma subdivisão da bacia do Itacorubi. Esta última é composta por canais de escoamento e córregos que sofrem a ação de remanso provocado pela maré, criando-se uma barreira hidráulica em todo o sistema. Deste modo, quando há períodos de maré alta coincidentes com elevados índices pluviométricos, ocorre uma dificuldade de escoamento das águas de cheias, afetando todo o sistema (VCP, 2008). Um estudo realizado pelo INPH (1999 apud VCP, 2008) apontou que a maré é o fator preponderante no estabelecimento dos níveis d'água a jusante da Avenida Madre Benvenuta, enquanto que a precipitação é a condicionante principal da variação dos níveis de água a montante desta avenida e, portanto, dentro dos limites da bacia do Córrego Grande.

Lamentavelmente, não existem estações de medição hidrométrica que possam permitir o monitoramento das distribuições dos caudais hídricos ao longo do ano na área estudada.

Obteve-se, na seção transversal imediatamente a montante do trecho do rio que sofreu retificação do traçado longitudinal, uma descarga média devida ao escoamento básico (sem chuvas nos dias antecedentes, em período de inverno seco) igual a 100l/s, a partir de estimativas de velocidade pelo método do flutuador. A área de drenagem da bacia até esta seção é de 4,25 km².

Para a mesma seção, foram realizadas estimativas de descarga de pico por intermédio do procedimento hidrológico Curve Number (CN)¹. Os valores foram estimados para uma situação hipotética de elevação da ocupação residencial da bacia ao limite admitido no Plano Diretor Municipal. Para cada valor obtido é também apresentado o risco de ocorrência correspondente, conforme a Tabela 1.

¹ Pompêo, 2014 (comunicação pessoal).

Período de Retorno (anos)	Descarga de pico estimada (m ³ /s)	Risco de ocorrência em		
		2 anos	5 anos	10 anos
2	9,0	75%	97%	100%
5	19,3	36%	67%	89%
10	31,8	19%	41%	65%
25	57,0	8%	18%	34%
50	85,7	4%	10%	18%
100	125,9	2%	5%	10%

Tabela 1 - Estimativa de descargas de pico e risco de ocorrência correspondente.

Embora a descarga de base seja pequena, a descarga de pico esperada é no mínimo 90 vezes superior para um período de retorno de 2 anos, o que explica as intervenções realizadas sobre o leito e o traçado do rio Córrego Grande, conforme será adiante descrito.

5.5 Aspectos Hidrográficos

A BHCG apresenta uma área de drenagem de 5,15 km², com perímetro de 11,54 km. Relativamente ao índice de compactidade, que relaciona o perímetro da bacia com o perímetro de um círculo de igual área, obteve-se o valor de 1,423. Sabe-se que quanto mais irregular a bacia, maior será o valor obtido. Quando o índice se aproxima de 1 a bacia tende ao formato circular, o que indica maior propensão a cheias. O índice de circularidade também expressa a suscetibilidade às cheias quando se aproxima do valor 1. Entretanto, o alongamento da bacia implica em redução do índice. Para a BHCG o valor encontrado foi de 0,485, conforme os dados morfométricos apresentados na Tabela 2.

Índice	Valores obtidos
Área (<i>A</i>)	5,15 km ²
Perímetro (<i>P</i>)	11,54 Km
Índice de circularidade (<i>Ke</i>) $Ke = \frac{A * 4\pi}{P^2}$	0,485
Índice de compacidade (<i>Kc</i>) $Kc = \frac{0,28 * P}{\sqrt{A}}$	1,423

Tabela 2 - Dados morfométricos da bacia do Córrego Grande.

O sistema hidrográfico em estudo compreende uma bacia de 4ª ordem, conforme o método de Strahler, a qual concentra a extensão total de 26,16 km cursos d'água, representando uma densidade de drenagem de 5,07 km por km²Tabela 3.

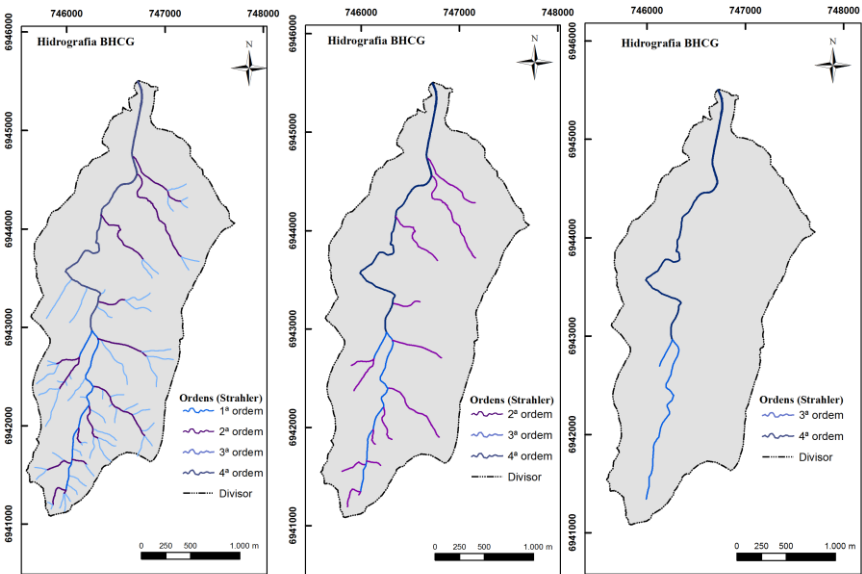
Ordem	Comprimento dos cursos d'água (Km)	Densidade de drenagem
Primeira	12,31	
Segunda	8,12	
Terceira	2,25	
Quarta	3,48	
Total	26,16	5,07

Tabela 3 - Dados de drenagem da bacia do Córrego Grande.

A drenagem da BHCG (Mapa 8) é feita por canais naturais de pequeno porte que desagüam no rio Córrego Grande, o principal da bacia. Além desses, existem três afluentes do rio Córrego Grande que capturam volumes hídricos mais significativos e que atualmente compõem o sistema urbano de drenagem, constituído por galerias e bocas de lobo em locais próximos à confluência com o rio Córrego Grande (Figura 14; Mapa 9).

O Córrego Grande apresenta-se em forma de corredeiras e lajeados em seu alto curso, com alto poder de erosão devido à alta velocidade do fluxo hídrico e declividade do terreno. No baixo curso, o rio é mais caudaloso, descrevendo pequenos meandros já estrangulados por obras de retificação, onde predominam os processos de deposição em função das baixas declividades dos terrenos. Foram realizadas medições de seções transversais representativas do rio Córrego Grande,

as quais estão esquematizadas naFigura 15 e localizadas no Mapa 9. O perfil longitudinal está representado naFigura 16.

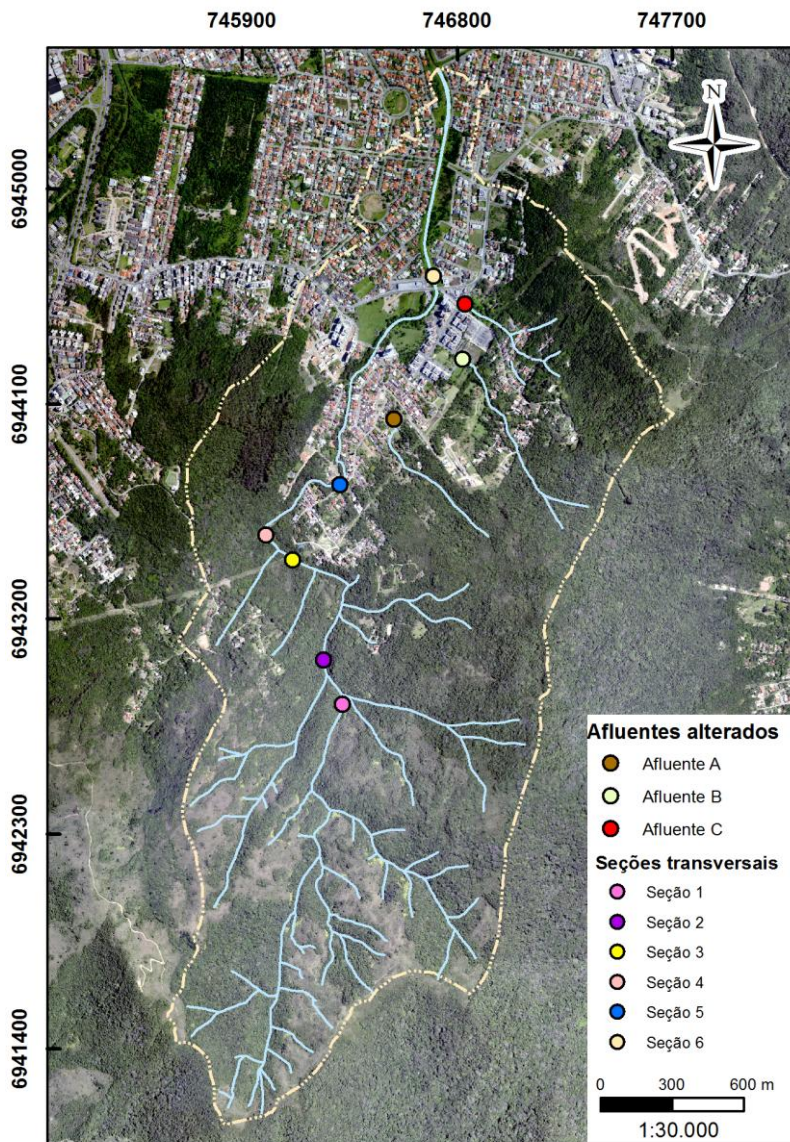


Elaboração: Patrick Santos de Souza

Mapa 8 – Drenagem da bacia do Córrego Grande. Fonte: próprio autor.



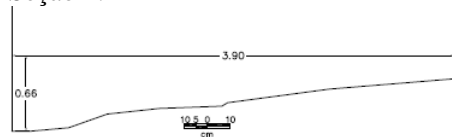
Figura 14 – Afluentes incorporados ao sistema urbano de drenagem. (A) Afluente localizado na rua Mediterrâneo, esquina com rua Aldo Krieger; (B) Afluente localizado na rua Florenza, esquina com rua Gibraltar. (C) Afluente localizado próximo à Praça Edison P. Nascimento.



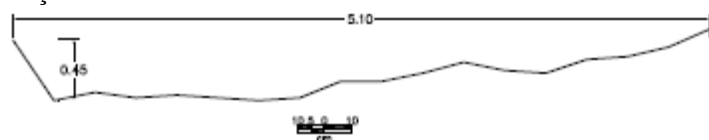
Mapa 9: Localização de afluentes incorporados ao sistema urbano de drenagem e seções transversais esquematizadas. Fonte: próprio autor.

Figura 15: Seções transversais do Córrego Grande.

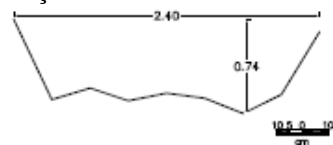
Seção 1:



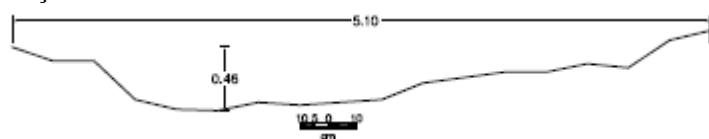
Seção 2:



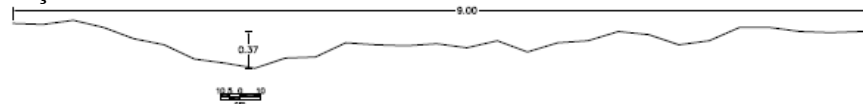
Seção 3:



Seção 4:



Seção 5:



Seção 6:

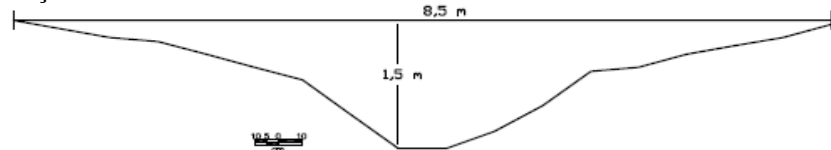
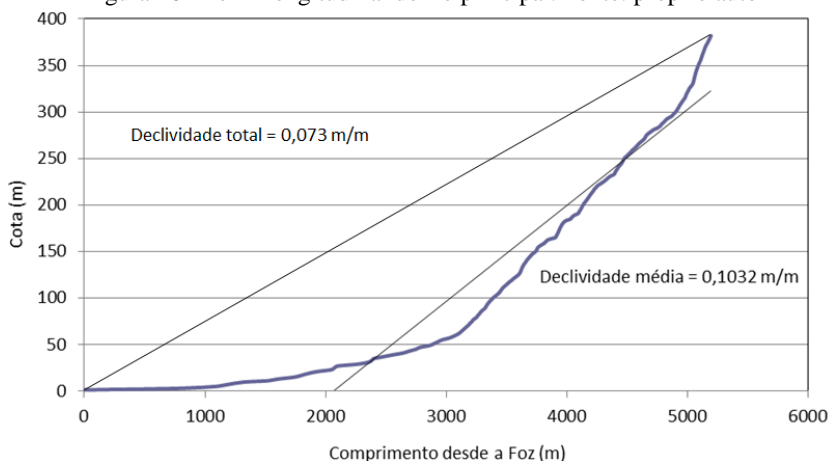


Figura 16 - Perfil longitudinal do rio principal. Fonte: próprio autor



5.6 Uso e ocupação da bacia hidrográfica do Córrego Grande

As descrições aqui realizadas visam acompanhar as transformações do espaço na área de estudo para entender de que maneira as mudanças de uso e ocupação das terras afetam direta ou indiretamente o sistema fluvial do Córrego Grande. Tendo em vista que a BHCG é parte integrante da BHI torna-se necessário, em alguns momentos, extrapolar os seus limites e fazer referência aos principais cursos d'água da BHI: Ana D'Ávila, Itacorubi e Rio do Meio, além do próprio Córrego Grande.

Como ponto de partida, são utilizadas as descrições feitas por Várzea (1900) para a ilha de Santa Catarina. É importante ressaltar que a primeira cobertura aerofotográfica da área foi realizada no ano de 1938, quando se torna possível uma descrição mais precisa da área apoiada na interpretação de fotografias aéreas. Para ilustrar a evolução da bacia foram confeccionados mapas de usos das terras para os anos de 1957, 1977, 1998 e 2012, os quais são apresentados no final deste item.

No ano de 1900 predominava na BHCG o uso rural, o que significa que a mata nativa já havia sido substituída pelas culturas agrícolas ali desenvolvidas, tanto nas planícies como nas encostas:

“... O Córrego Grande singulariza-se, entre todos os povoados da Ilha, pelo acidentado do terreno e os declives abruptos de seus topos de colina, sobrepondo-se uns aos outros quase sem a

menor superfície plana... As culturas aí compõem-se em totalidade de cafezais e canaviais, onde se notam várias espécies de cana — a denominada caiana, a roxa e a miúda. Os engenhos são numerosos e neles se fabrica bom açúcar, melado e cachaça” (VÁRZEA, 1900).

Os relatos de Virgílio Várzea revelam que não somente a bacia Córrego Grande, mas também as suas áreas contíguas se apresentavam bastante modificadas pelo uso rural naquela época:

“A freguesia de Trás do Morro, já nossa conhecida pela célebre romaria da Trindade, está situada entre o monte do Pau da Bandeira e os do Córrego Grande, Rio Tavares e Lagoa, que formam entre si uma superfície ondulada de 30 a 40 quilômetros quadrados, em sua maior parte, como vimos, cultivada de cereais, cafeeiros, cana, pastagens e vinhas, para as quais terreno e clima se prestam admiravelmente, como, aliás toda a Ilha... Em Trás do Morro abundam as hortaliças e as pastagens criadoras, estas cobertas de médias vacas crioulas. E seus habitantes fornecem de legumes e leite a capital, fazendo este comércio rapazinhos de 12 a 15 anos” (VÁRZEA, 1900).

Trás do Morro era como os habitantes da ilha conheciam a área que inclui o atual bairro Córrego Grande. A maior parte destes habitantes fixava sua residência nas encostas do morro, tal como nos revela Seu Chico (apud MARCON, 2006), um morador local:

“O pessoal vivia em morro. O pessoal da Barra da Lagoa, da Lagoa, do Rio Vermelho, daquela região, da costa leste da Ilha, eles se referiam a nós aqui como o pessoal de Trás do Morro, que aí coincide com o pessoal de Trás do Monte, em Portugal. Então, o pessoal que vinha de lá, então eles diziam: o pessoal de Trás do Morro. O pessoal desta região da Trindade, Córrego Grande, Itacorubi era o pessoal de Trás do Morro. Na verdade, a habitação era entre a Lagoa e o Córrego Grande, no morro, na espinha dorsal, no Maciço da Costeira. Ali eram as habitações. O pessoal saía do Córrego Grande e ia

ao Sertão de Dentro. O Sertão de Dentro fica quase na Costeira, lá atrás, dentro do mato. Então, o forte das habitações não era na baixada, era tudo nos morros aí”.

Virgílio Várzea (1900) descreve também as condições dos rios, revelando que naquela época, além da ocupação das encostas, já se fazia notar a supressão da vegetação natural no entorno das nascentes:

“A povoação do Córrego Grande é ainda mais rareada que a do Pantanal e suas habitações suspensas quase todas às encostas e socacos de morros, cortados de fios de água numerosos e de uma grossa cachoeira que nasce no contraforte do monte do Padre Doutor, na Lagoa. Essa cachoeira, a 400 metros mais ou menos de altura, domina a capital, e, conquanto diminuída pelo desmatamento de suas nascentes, poderia servir, com outras, para abastecer de água o Desterro, que até hoje, como vimos, se ressentia dessa falta. Depois, esta água é magnífica, perfeitamente potável, sem a sobrecarga de sais que se observa na da cidade, em geral”.

Passados trinta e oito anos das descrições feitas por Virgílio Várzea é possível verificar a predominância rural da BHCG, com terras destinadas ao cultivo agrícola e à pastagem. No mosaico de fotografias aéreas de 1938 vê-se que as áreas de cultivo abrangiam tanto os terrenos de baixa e média encosta como os de planície, limitando-se ao Manguezal do Itacorubi. As pastagens espalhavam-se por setores de baixa a alta encosta, enquanto as áreas florestadas ocupavam os trechos da bacia com as maiores declividades (Figura 17).

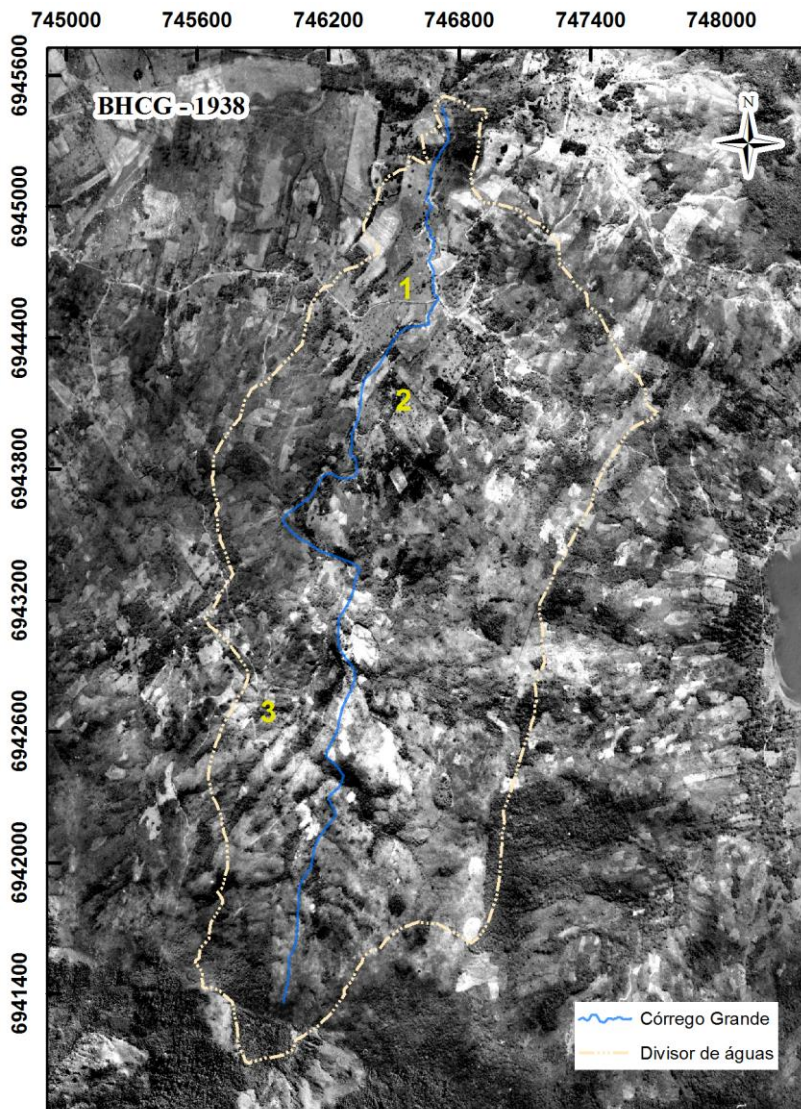


Figura 17 – Mosaico de fotografias aéreas do ano de 1938: (1) atual rua João Pio Duarte (2) atual rua Sebastião Laurentino da Silva (3) atual rua Rosa.

O sistema viário na BHCG era composto por poucas estradas e caminhos. A estrada que ligava os atuais bairros Trindade e Córrego Grande tinha o traçado muito semelhante ao da atual Rua João Pio

Duarte e representava o único eixo de ligação transversal à bacia. A conexão entre a planície e as terras de encosta era feita principalmente por um caminho à margem esquerda do rio Córrego Grande, onde atualmente se encontra a Rua Sebastião Laurentino da Silva. A partir da encosta era possível acessar a Bacia do Rio do Meio, por um caminho atualmente denominado Rua Rosa.

A fotointerpretação de 1938 revela, ainda, um caminho entre o bairro Córrego Grande e a Lagoa da Conceição. Seu percurso cruzava os divisores de água das duas bacias, na continuação da atual Rua Aldo Krieger (Figura 18).

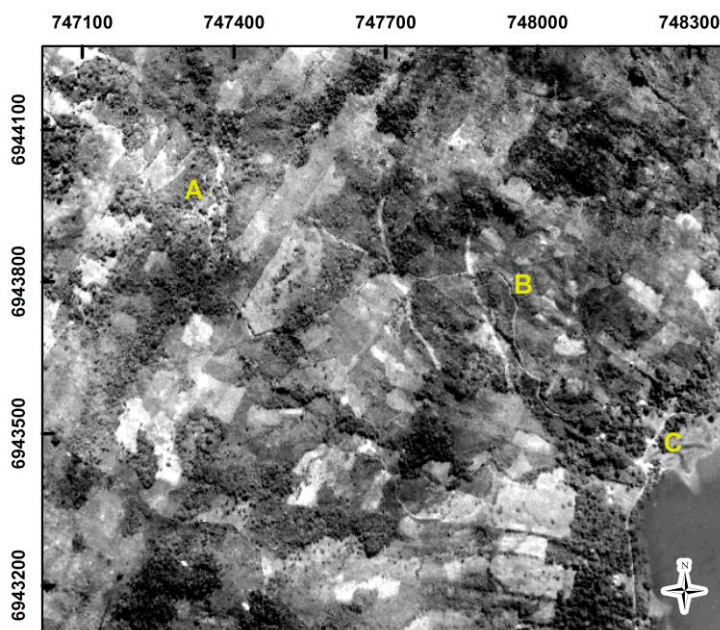


Figura 18—Fotografias de 1938. Detalhe para (A) bairro Córrego Grande (B) caminho de ligação entre bairros (C) Lagoa da Conceição.

Os habitantes do Córrego Grande favoreciam-se desta ligação para vender seus produtos agrícolas ou para trocá-los por pescados como moradores da Lagoa da Conceição. Esta comunicação entre os bairros é comentada pelo Sr. Sebastião Manoel Nunes (Apud NETO et al. 2006), antigo morador do bairro Córrego Grande:

“Os caminhos da Lagoa não eram nem aquele do Morro da Lagoa nem aqui o que nós chamamos de Morro da Cruz. Era aqui no fundo da minha casa. Ele passava por aqui, entende? O pessoal antigo, eles eram inteligentes. Eles não tinham recursos, mas usavam muito a mente. Porque, se tu vê, ele passa bem nesse vazio do morro, na parte mais baixa. Ele subia aqui, fazia uma espécie de “S”, e subia. E depois voltava e saía no canto da Lagoa...Não precisa ser muito estudioso pra concluir que a civilização do Córrego Grande aconteceu juntamente com a da Lagoa. Porque quem era da pesca ficou lá na praia, mas quem era da agricultura veio plantar nos morros. E era um morro que dividia o Córrego Grande da Lagoa. Então, muitos já vieram para o lado de cá. Eu acredito então que o Córrego Grande foi uma sequência da Lagoa da Conceição. Por isso essa cultura do Córrego Grande com a Lagoa da Conceição, essa amizade... A estrada era só para caminho naquele tempo... Era estrada apenas para pedestre e para cavalos. Toda essa travessia era feita através de cavalo. Todo o transporte era feito pelo lombo do cavalo”.

O rio Córrego Grande apresentava todo o seu traçado sem modificação de origem antrópica. As fotografias aéreas de 1938 revelam um curso d'água de pequena grandeza, apresentando seções transversais bastante reduzidas relativamente às seções atuais. Em alguns trechos seu traçado é identificado com dificuldade até mesmo em porções da planície. A visualização da sua morfologia em planta na área à montante do entroncamento com o afluente Ana D'Ávila é impossibilitada pela presença de uma zona úmida. Por outro lado, é possível identificar facilmente outros afluentes principais do rio Córrego Grande (Figura 19).



Figura 19 – Fotografias de 1938. Detalhe para (A) rio Córrego Grande; (B) zona úmida; (C) rio Ana D'Ávila.

As fotografias aéreas de 1957 revelam que grande parte da bacia mantinha-se destinada ao cultivo agrícola e à criação de animais, principalmente gado para a produção de carne e leite (Figura 20).

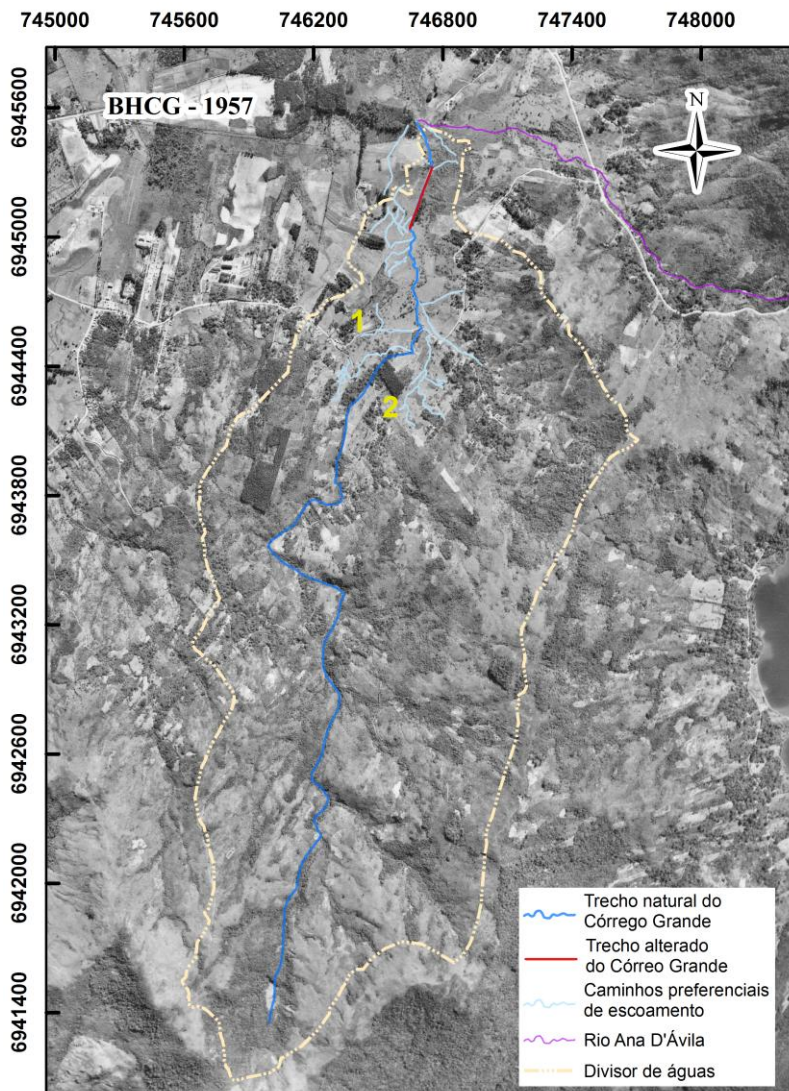


Figura 20 - Mosaico de fotografias aéreas do ano de 1957: (1) atual rua João Pio Duarte (2) atual rua Sebastião Laurentino da Silva.

As pastagens para a criação de animais tiveram um crescimento em relação ao ano de 1938. Esta classe de uso encontrava-se espalhada pelo Maciço da Costeira e junto aos córregos. Koerich

(2006)aponta que naquela época o bairro Córrego Grande era um dos principais fornecedores de leite para o centro de Florianópolis e que essa atividade era uma importante fonte de renda da população local.

As áreas antropizadas com cultivos diversos também eram mais expressivas no ano de 1957. Conforme Koerich (2006) até o final dos anos 60, parte do bairro Córrego Grande era ocupada por uma grande propriedade agrícola, pertencente ao Colégio Catarinense. Vários habitantes locais trabalhavam nessa propriedade realizando o plantio de culturas diversas e a criação de animais de corte, os quais eram utilizados para a alimentação dos padres jesuítas e dos alunos internos do Colégio Catarinense.

Com o aumento das áreas de pastagens e de cultivos, houve uma significativa redução na área de terrenos cobertos por mata ou capoeira, os quais se mantinham em setores de maiores declividades. Além disso, identifica-se nas fotografias algumas manchas de reflorestamento na área conhecida como Fazendinha e nas proximidades do atual Jardim Guarani. Apesar de bastante evidente nestes pontos, havia espécies exóticas misturadas com a vegetação nativa em outros locais da bacia do Córrego Grande e que persistem até hoje, conforme Koerich (2006 p.23):

“O eucalipto de origem estrangeira, hoje ainda é visto no bairro. Foi trazido pelos padres jesuítas no final da década de 1920, por isso está muito misturado com a vegetação nativa do Córrego Grande. Os eucaliptos eram utilizados pelos jesuítas para a produção de madeira. A produção era beneficiada numa serraria montada na fazenda dos padres”.

Não surgiram outras vias principais além daquelas observadas nas fotografias de 1938. A ocupação urbana da bacia ainda não havia se estabelecido, ocorrendo algumas dezenas de casas espelhadas pelo bairro e exclusivamente ao longo das vias principais, conforme observado em uma pequena extensão do eixo transversal à bacia, a atual Rua João Pio Duarte em alguns pontos da estrada de ligação da planície à encosta, onde hoje se localiza a Rua Sebastião Laurentino da Silva.

A área da bacia que fica à jusante da Rua João Pio Duarte ainda era composta por zonas úmidas com caminhos preferenciais de escoamento, inclusive com um destes caminhos bastante evidente na

área de confluência com o rio Ana D'Ávila e que atualmente está incorporado à rede urbana de drenagem como galeria subterrânea. Além destes caminhos preferenciais, o escoamento era feito por vários canais de drenagem construídos na tentativa de evitar as inundações, visto que, sendo uma área úmida e plana, apresentava-se bastante susceptível a estes eventos.(Figura 21).

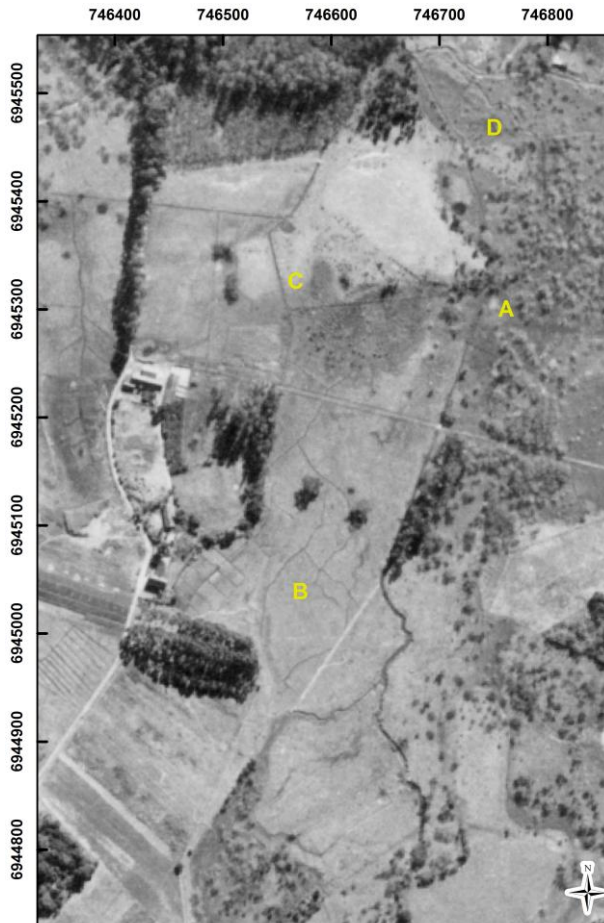


Figura 21- Fotografias de 1957. Detalhe para (A) zona úmida (B) caminhos preferenciais de escoamento (C) canais de drenagem construídos (D) curso d'água na confluência com rio Ana D'Ávila.

As fotografias aéreas de 1957 revelam, ainda, caminhos de escoamento próximos à área conhecida como Fazendinha, dois dos quais são bem aparentes e representam importantes afluentes do rio Córrego Grande (Figura 22). Depreende-se que, por apresentar uma ruptura de declive, esta área funcionava como uma zona natural de detenção de sedimentos.

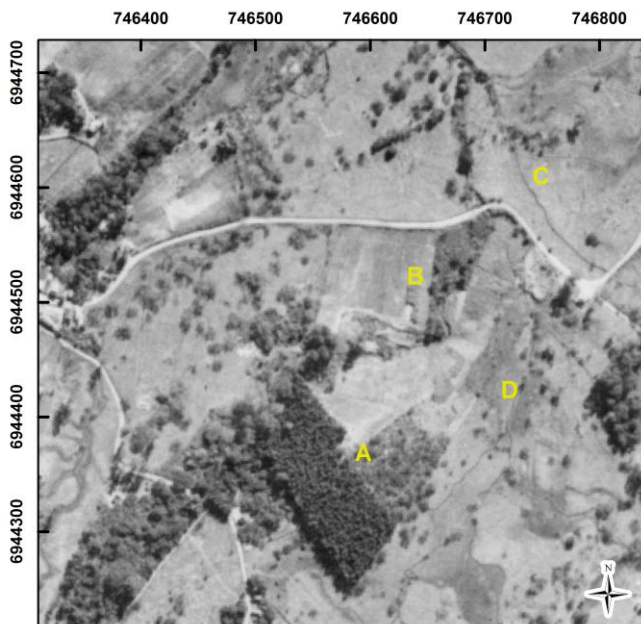


Figura 22–Fotografias de 1957. Detalhe para (A) mancha de reflorestamento na área conhecida como Fazendinha; (B) rio Córrego Grande (C) e (D) afluentes do Córrego Grande.

O rio Ana D´Ávila, principal curso d´água da bacia adjacente à BHCG ainda não havia sofrido alterações no seu traçado. Em contraposição, o rio Córrego Grande havia sofrido uma mudança em seu traçado em planta de aproximadamente 280 metros entre a atual Rua Heidelberg e a Rua Biriba, mas não limitado por elas. O novo traçado não se afastou do leito original e, conforme observado na Figura 23, mantinha o curso d´água bem definido, drenando as zonas úmidas adjacentes.

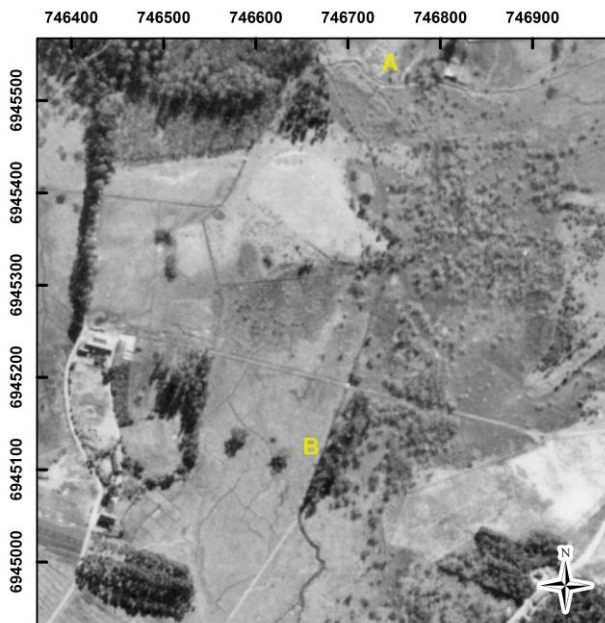


Figura 23 – Fotografias de 1957. Detalhe para (A) rio Ana D’Ávila (B) trecho do Córrego Grande que sofreu retificação longitudinal.

Importa destacar que grande parte da vegetação havia sido retirada à montante do trecho retificado o que, provavelmente, contribuiu ao aumento do volume de escoamento superficial direto e da produção de sedimentos pela erosão. Deste modo, é possível que a retificação observada fosse destinada a aumentar capacidade de carga hídrica e sólida do curso d’água e a velocidade de suas correntes, a fim de evitar inundações naquela área. Não foram encontrados documentos referentes a esta intervenção. O engenheiro João Júlio dos Santos, funcionário aposentado da Secretaria de Obras do Município, comenta esta situação:

“Até a década de 60 a rede de drenagem era feita para escoar a área úmida sem nenhum estudo prévio. Normalmente um topógrafo era contratado e os canais eram abertos. Possivelmente o DNOS executava estas obras”(comunicação verbal em 04/11/2014).

As fotografias aéreas mostram que no ano de 1969 a urbanização já havia se iniciadona bacia do Córrego Grande, principalmente ao

longo da atual Rua João Pio Duarte. Destacavam-se dois novos eixos de ocupação: um a partir da Rua Acadêmico Reinaldo Consoni e outro ao longo da Rua Sebastião Laurentino da Silva. Este último conectando as áreas planas da bacia à encosta, cuja ocupação ocorria entre as cotas 10 m e 55 m (Figura 24).

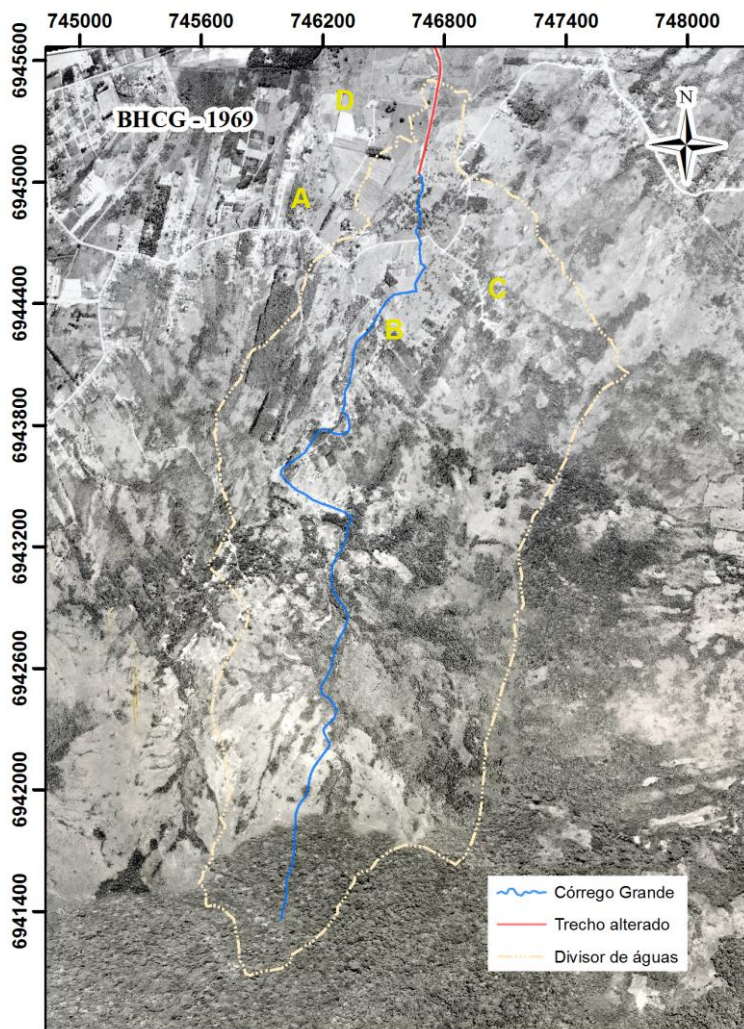


Figura 24 – Mosaico de fotografias aéreas do ano de 1969: (A) rua Acadêmico Reinaldo Consoni (B) rua Sebastião Laurentino da Silva (C) rua Aldo Krieger (D) atual Bairro Santa Mônica.

Como uma prévia do que ocorreria na década seguinte, é possível observar o aparecimento de residências em alguns pontos da Rua Aldo Krieger e a preparação do solo para receber o bairro Santa Mônica em uma área contígua à BHCG. Em contrapartida, o caminho de ligação entre o bairro Córrego Grande e a Lagoa da Conceição, visível nas fotografias aéreas até o ano de 1957, é abandonado e tomado pela regeneração vegetativa.

Apesar das edificações exibidas ao longo das vias principais, a bacia do Córrego Grande ainda guardava a sua predominância rural no final da década de 60, mantendo grande parcela de suas áreas destinadas ao cultivo e à pastagem.

Importa destacar que na BHCG predomina uma associação de solos podzólicos vermelho-amarelo com podzólicos vermelho-escuros. O desmatamento de áreas dominadas por podzólicos vermelho-amarelos para permitir as atividades rurais tende a remover o horizonte B dos solos, expondo o horizonte C. Segundo Santos (1997) o horizonte C destes solos é altamente erodível, especificamente quando originado de granito com textura mais grosseira e com menor teor de máficos (biotitas) como é o caso do Granito Ilha que ocorre na BHCG. Já os podzólicos vermelho-escuros apresentam um horizonte B textural, o que significa que sua textura arenosa teve incremento de argila que sobressai aos horizontes sub e sobrejacentes. Essa característica o torna bastante suscetível à erosão, principalmente em terrenos declivosos da bacia. Os sedimentos aportados tendem a ser transportados pelo escoamento superficial difuso e pelas correntes fluviais para setores de baixa declividade, contribuindo para o assoreamento dos canais nas áreas de planície.

No que se refere ao rio Córrego Grande, observa-se nas fotografias de 1969 que uma nova retificação alterou o seu traçado. A modificação do padrão em planta ocorreu de jusante para montante. Nota-se que as obras estavam sendo executadas no momento em que o aerolevante de 1969 foi realizado (Figura 25). Naquela ocasião, aproximadamente 2100 metros do rio havia sido modificados, em um trecho que iniciava no manguezal do Itacorubi e se estendia até o atual Parque São Jorge II. Por outro lado, mantinham-se inalterados os caminhos preferenciais de escoamento que ocorriam nas proximidades do seu entroncamento com o rio Ana D'Ávila.

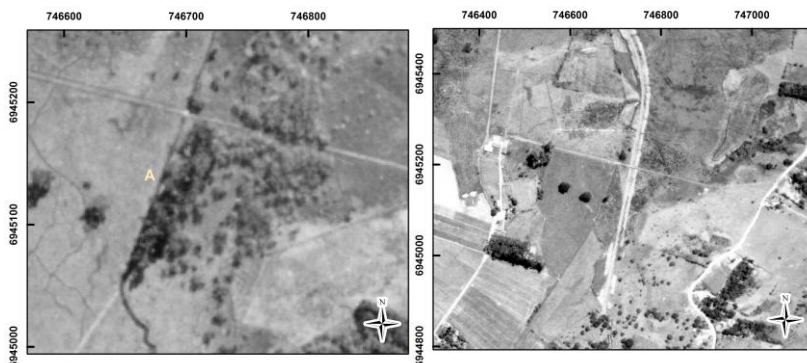


Figura 25 - Comparação do traçado do rio Córrego Grande nos anos de 1957 e 1969.

O conjunto de fotografias de 1977 revela uma nítida transformação da área rural em área urbana, com ocupação regular em grande extensão da BHCG. Dentro dos limites da bacia é possível identificar com facilidade a implantação dos loteamentos Jardim Anchieta, Parque São Jorge e Jardim Guarani (Figura 26).

As margens do rio Córrego Grande aparecem ocupadas no ano 1977, evidenciando a pressão exercida pelo processo urbanização. Nas áreas de planície a ocupação pelo loteamento Jardim Anchieta ocorria junto à margem esquerda do rio ao longo de um trecho de 700 metros. Enquanto isso, os terrenos da margem direita eram preparados para receber novos loteamentos. Em áreas de baixa encosta, entre as cotas 10 e 20, o adensamento urbano do Jardim Guarani aproximava-se da margem direita do rio em um trecho de 550 metros.

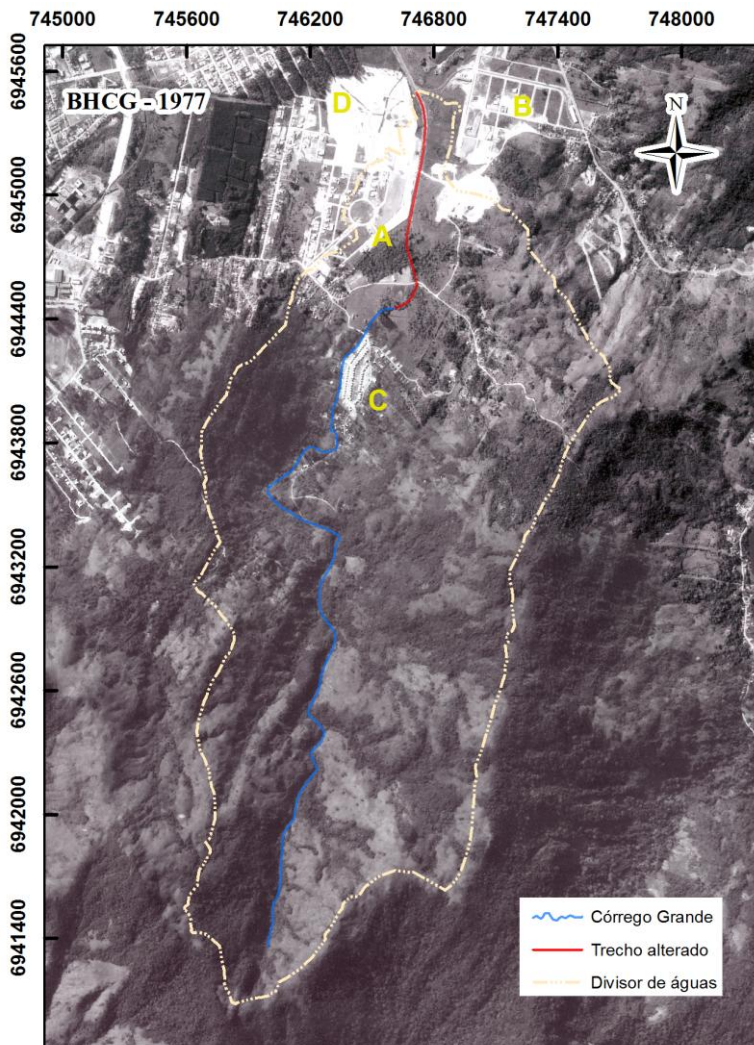


Figura 26 – Mosaico de fotografias aéreas do ano de 1977: (A) loteamento Jardim Anchieta (B) loteamento Parque São Jorge (C) Loteamento Jardim Guarani (D) bairro Santa Mônica.

Em 1977 as áreas topograficamente mais baixas da bacia já contavam com inúmeras vias públicas que constituíam a malha urbana. Externamente aos seus limites, na porção norte, já havia sido implantado o Bairro Santa Mônica, inclusive com grande ocupação

residencial. Além disso, as terras de uma parte ainda não ocupada do bairro estavam sendo preparadas para receber novas edificações. Para permitir a implantação deste bairro, as valas de drenagem do local foram substituídas por um sistema urbano de drenagem constituído por bocas de lobo e galerias. Ainda fora dos limites da bacia, encontravam-se estabelecidas a Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, a sede da antiga Telecomunicações de Santa Catarina (TELESC), a Empresa de Pesquisa Agrícola de Santa Catarina (EPASC) e instalações do Banco do Estado de Santa Catarina (BESC).

Contrastando essa situação, observa-se que o abandono de atividades rurais permitiu uma regeneração significativa das áreas verdes, pois foram encontradas áreas florestadas distribuídas pela bacia, tanto nas planícies como nas encostas.

O rio Córrego Grande não sofreu novas alterações no seu traçado. Seu trecho modificado permanecia com 2100 metros no ano de 1977. Em contraposição, foi definido um novo traçado para o afluente Ana D'Ávila. Sua extensão final, anteriormente com o escoamento preferencial dentro de uma zona úmida, passou a apresentar-se canalizado em um traçado curvilíneo (Figura 27). Depreende-se que esta intervenção contribuiu para a redução da zona úmida local.



Figura 27 - Comparação do traçado do rio Ana D'Ávila nos anos de 1969 e 1978: (A) rio Córrego Grande (B) rio Ana D'Ávila.

As fotografias aéreas de 1998 mostram que a BHCG se encontrava densamente urbanizada naquele ano (Figura 28). Os loteamentos Jardim Anchieta e Parque São Jorge que em 1977 estavam em fase inicial de desenvolvimento, passaram a apresentar densa ocupação. A Rua Sebastião Laurentino da Silva exibiu edificações ao

longo de todo o seu traçado, inclusive com áreas construídas bem próximas ao curso d'água. O entorno da Praça Edison Pereira do Nascimento, no Jardim Guarani, apresentou umaumento da superfície impermeável em decorrência do crescimentourbano, cuja ocupação ocorreu sem planejamento. Tanto nas áreas planejadas como nas áreas não planejadas da bacia a drenagem obedecia à diretriz de escoamento em galerias com a rápida retirada das águas, um contributo ao aumento das inundações pelo extravasamento dos cursos d'água. Naquele ano já havia iniciado o processo de verticalização do bairro Córrego Grande, com destaque para o Condomínio residencial Bergmann no loteamento Jardim Albatroz. Externamente à bacia, a verticalização ocorria ao longo da Rua João Pio Duarte.

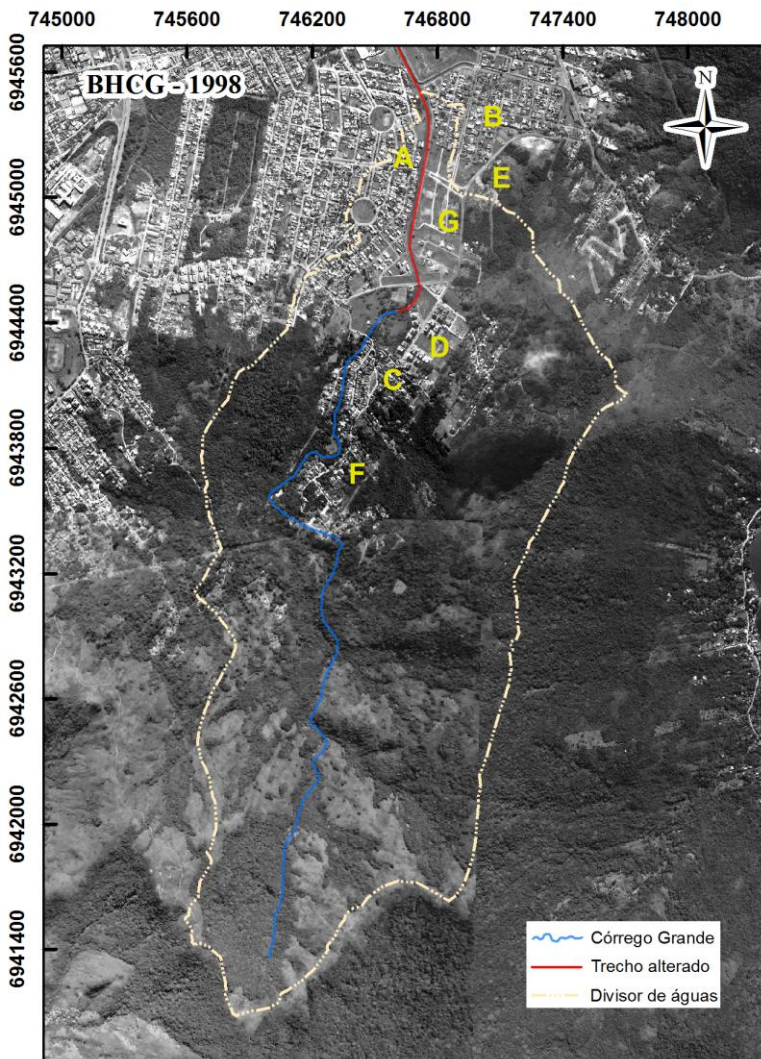


Figura 28 – Mosaico de fotografias aéreas de 1998: (A) Jardim Anchieta (B) Parque São Jorge (C) Jardim Guarani (D) Jardim Albatroz (E) Jardim Itália (F) Construções ao longo da rua Sebastião Laurentino da Silva (G) Jardim Germânia.

No bairro Santa Mônica, a malha urbana aumentou significativamente com a ocupação das terras que no ano de 1977 eram preparadas para esta finalidade.

Além das áreas urbanas consolidadas, é possível observar que o atual Jardim Itália, coberto por vegetação até 1977, apresentava o solo exposto e recebia correção topográfica com impacto sobre o relevo em 1998. Enquanto isso, a área do loteamento Jardim Germânia vinha sendo preparada para receber edificações.

As áreas da bacia não ocupadas pela urbanização, principalmente nas encostas, mantinham áreas com regeneração vegetativa em diferentes estágios de recuperação.

O rio Córrego Grande aparece com uma nova alteração no seu traçado nas fotografias de 1998. O canal construído que permanecia com 2100 metros no ano de 1977, passa a ter o comprimento aproximado de 2600 metros. Este novo trecho do canal foi construído em um traçado curvilíneo, respeitando a morfologia em planta do leito original (Figura 29).



Figura 29 – Comparação do traçado do rio Córrego Grande nos anos de 1977 e 1998.

O escoamento em trechos à montante do canal construído ocorria em um leito naturalmente encaixado, cujo entalhamento era facilitado pelas altas declividades do terreno. Esta situação diferia bastante daquela encontrada nas áreas de planície, onde o escoamento se dava por vários caminhos preferenciais que contribuíam à formação de zonas úmidas. A partir do exposto, é admissível supor que o baixo curso do rio Córrego Grande sofreu retificações para permitir a expansão urbana, a partir da implantação dos loteamentos anteriormente mencionados. Importa considerar que a expansão urbana implica também a construção de redes de drenagem, como infraestrutura destes loteamentos. E estas redes de drenagem representam a perspectiva de grandes aportes de sedimentos aos cursos d'água naturais.

Ainda naquela década, foi construída, à montante da Av. Madre Benvenuta, uma conexão definitiva entre o Rio do Meio e o Rio Córrego Grande (Figura 30). Essa conexão criou a transposição do divisor topográfico das duas bacias, na qual a direção de fluxo é governada pela variação de maré.



Figura 30 – Canal construído entre o rio do Meio e o rio Córrego grande.

A BHCG havia sofrido uma expansão em sua área urbanizada no ano de 2012, com o estabelecimento de edificações no loteamento Jardim Germânia e no Parque São Jorge II (Figura 31). Na margem esquerda do rio, nas proximidades da área conhecida como Fazendinha, identifica-se a implantação do loteamento Domus Augusta em uma área coberta por vegetação arbórea até o ano de 1998. Este loteamento se apresentava bastante edificado, inclusive contribuindo para a verticalização do bairro. O processo de verticalização foi incrementado por novos edifícios, os quais se encontram próximos à margem direita do rio Córrego Grande, no Jardim Albatroz.

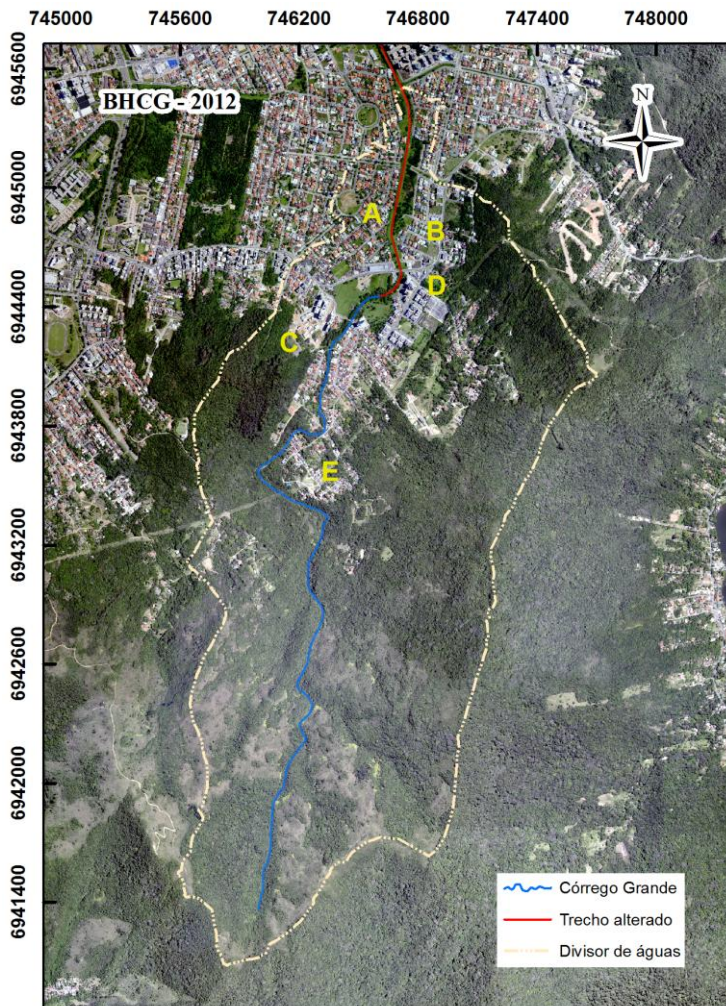


Figura 31–Mosaico de fotografias aéreas de 2012: (A) Jardim Germânia (B) Parque São Jorge II (C) Domus Augusta (D) Jardim Albatroz (E) adensamento residencial próximo à trilha do Poço.

Em áreas topograficamente mais elevadas, entre as cotas 30m e 60 m, observa-se um adensamento residencial na área próxima à trilha que leva à cachoeira do Poço. Foi verificado em campo que algumas dessas residências utilizam o rio para o lançamento de efluentes, causando alterações químicas e físicas da água.

Apesar do adensamento urbano verificado, ocorreu um leve aumento na regeneração da vegetação da bacia em comparação ao ano de 1998. Isso foi possível porque, com exceção do loteamento Domus Augusta, o estabelecimento das residências ocorreu em áreas que já estavam desmatadas e destinadas ao uso urbano. Além disso, houve regeneração em diferentes estágios nas áreas de média a alta encosta após o abandono de usos rurais ocorridos em anos anteriores.

No que se refere ao rio Córrego Grande, não ocorreram novas retificações além daquelas verificadas nas fotografias de 1998 (Figura 32).

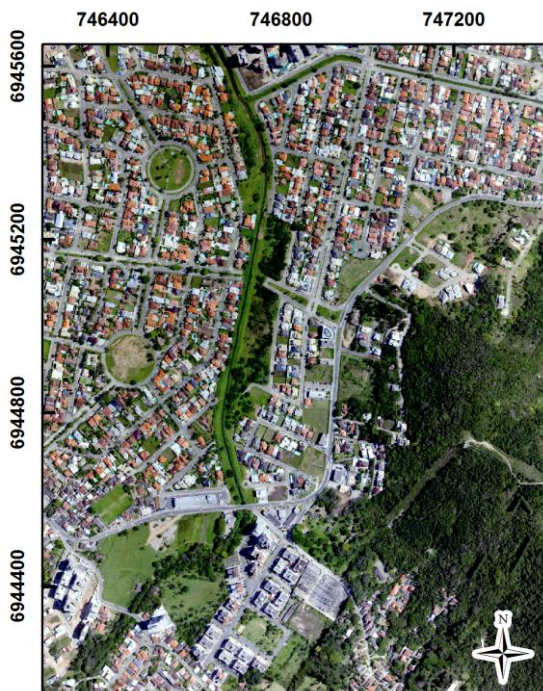
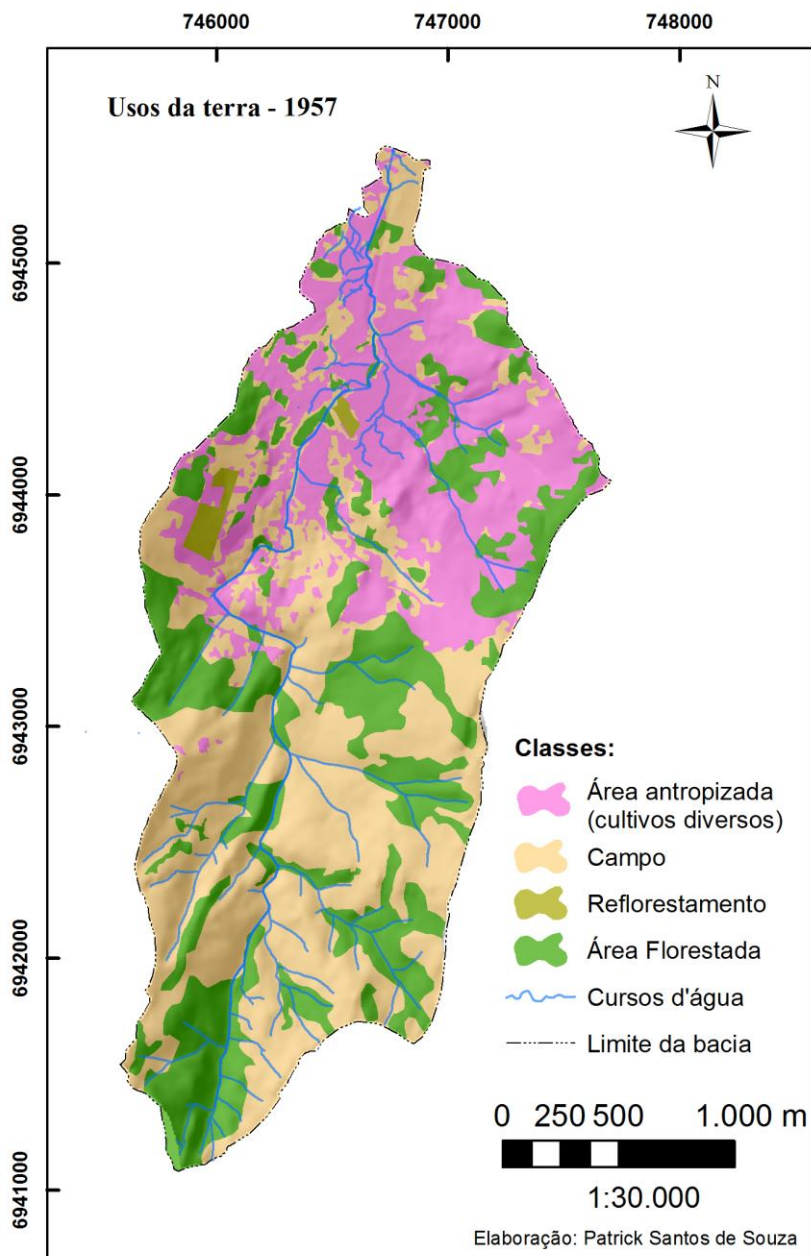
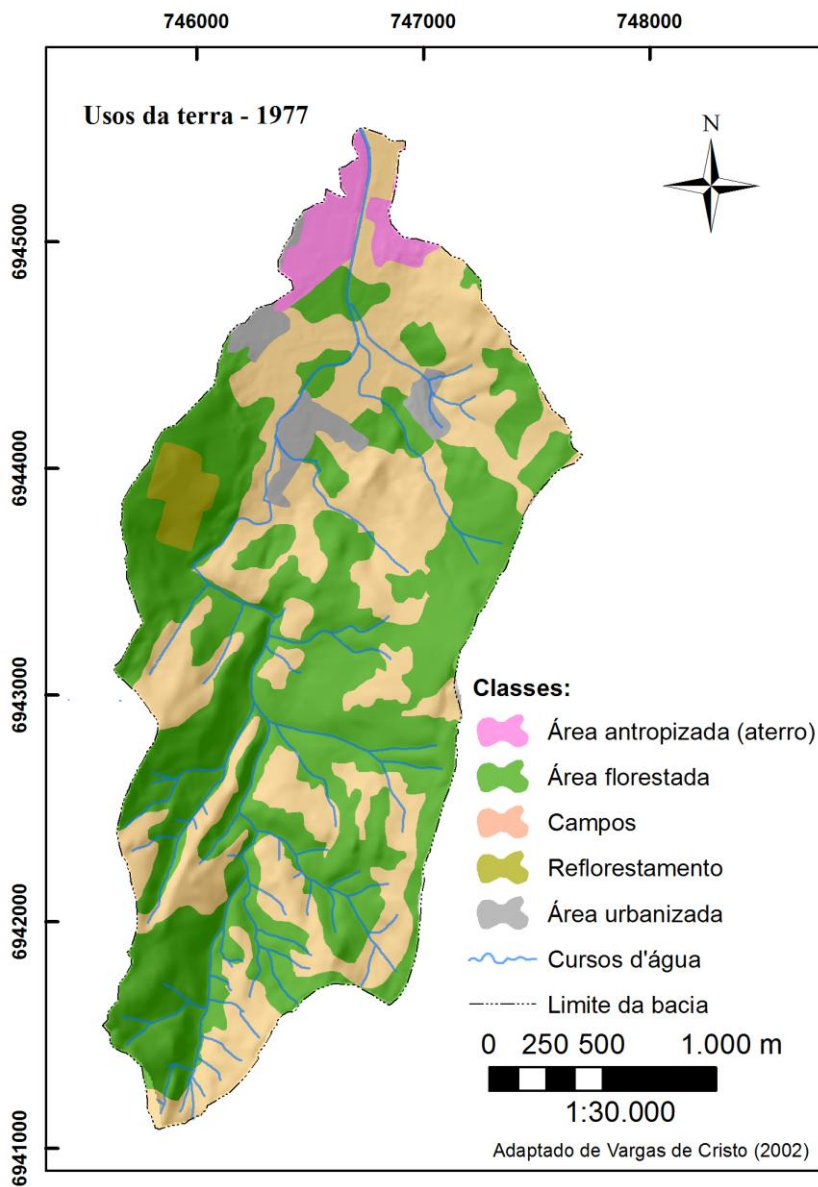


Figura 32 - Fotografias de 2012. Detalhe para o traçado do rio Córrego Grande e construções às suas margens.

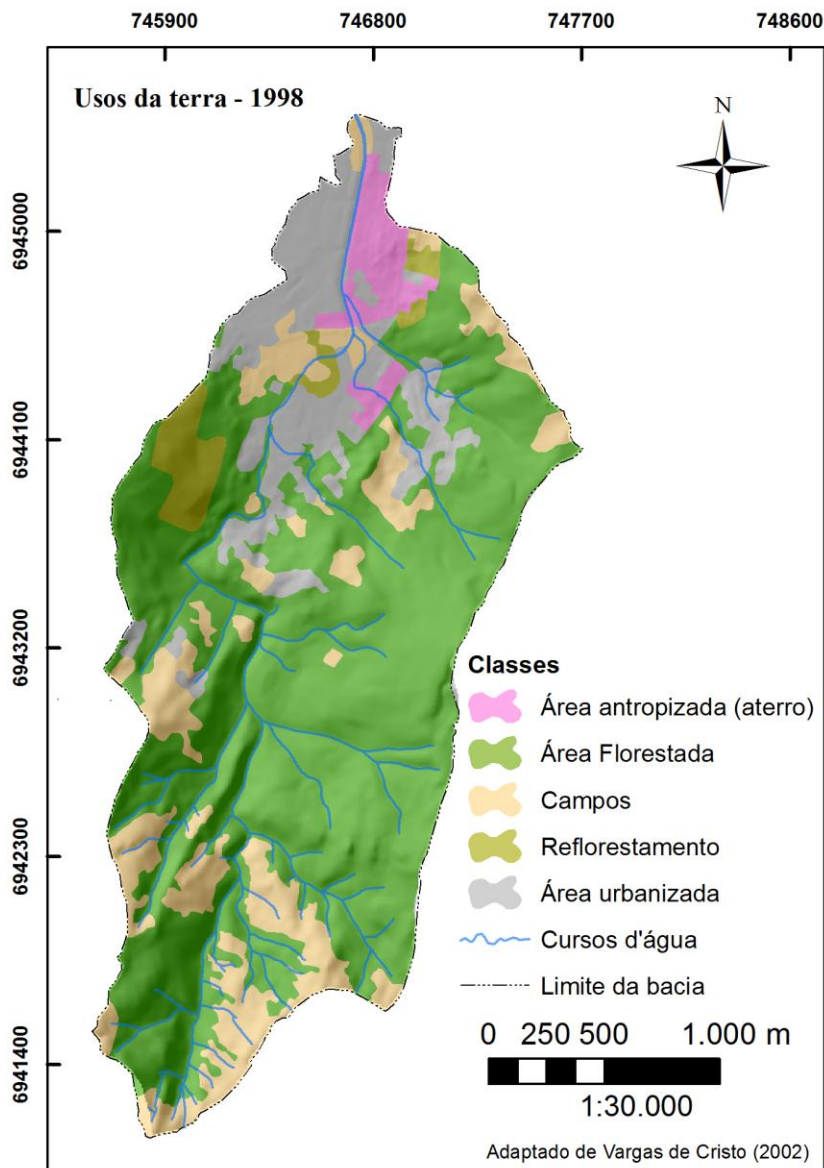
De modo geral, verifica-se que apesar de ter ocorrido um adensamento urbano nas áreas de planície e de média encosta da bacia, houve, ao longo das últimas décadas, o abandono de atividades rurais, o que permitiu a regeneração da vegetação na maior extensão da bacia. A evolução de usos da terra pode ser observada nos mapas apresentados a seguir.



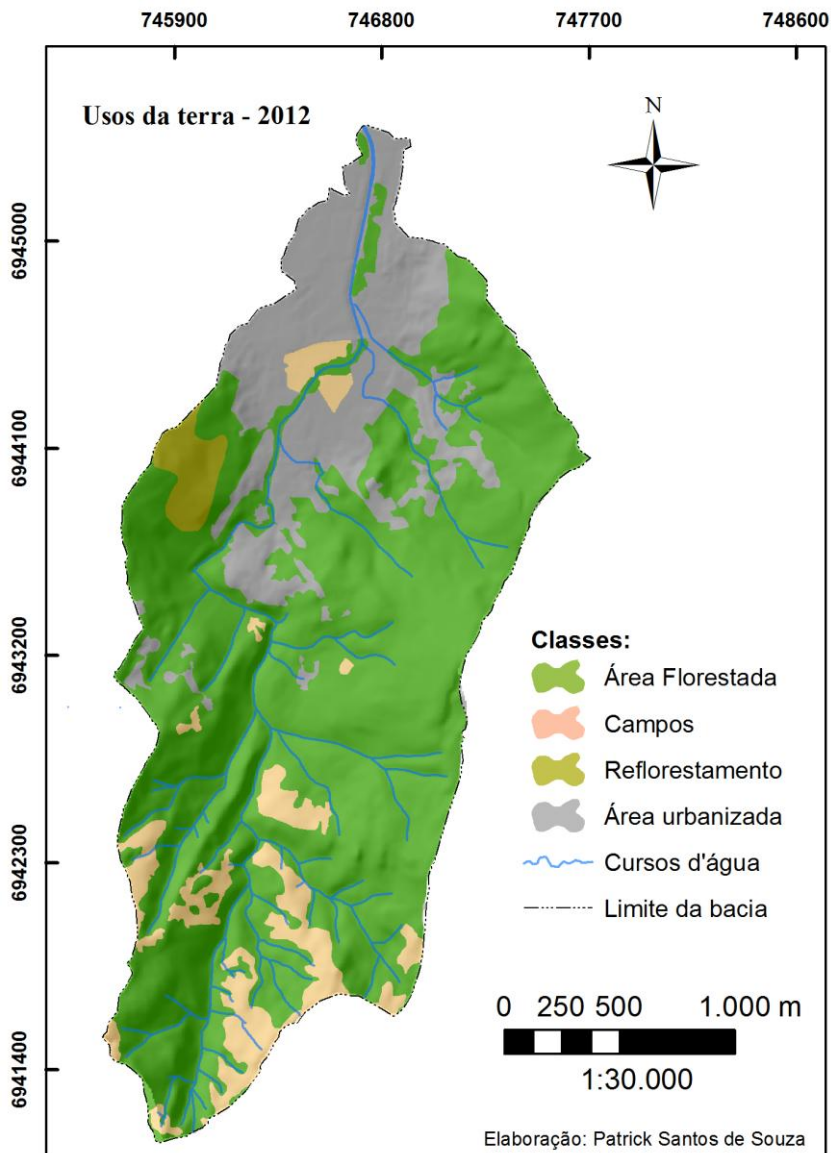
Mapa 10 - Mapa de usos da terra da BHCG no ano de 1957.



Mapa 11 - Mapa de usos da terra da BHCG no ano de 1977.



Mapa 12- Mapa de usos da terra da BHCG no ano de 1998.



Mapa 13 - Mapa de usos da terra da BHCG no ano de 2012.

6 CARACTERIZAÇÃO DO RIO CÓRREGO GRANDE E RESULTADOS DA AVALIAÇÃO COM O IHG

O rio Córrego Grande flui no sentido Sul-Norte e apresenta aproximadamente 5200 metros de comprimento desde a nascente até o entroncamento com o afluente Ana D'Ávila, o qual limita a bacia ao norte. Sua nascente está na cota 382m e o exutório na cota 1,6m.

Com base na metodologia de Díaz e Ollero (2005) obteve-se a divisão do rio Córrego Grande em sete trechos funcionalmente homogêneos, conforme a Figura 33.

Em sua maior extensão, o rio Córrego Grande segue limitado por um vale encaixado e côncavo, o que corresponde à categoria *vale encaixado de fundo côncavo (V)* de Díaz e Ollero (2005). Entretanto, é possível diferenciar trechos onde o vale, apesar de encaixado, é ligeiramente mais amplo. Sendo assim, optou-se por individualizar a morfologia do vale em “V” daqueles que são encaixados dentro de um vale mais amplo, em “U”.

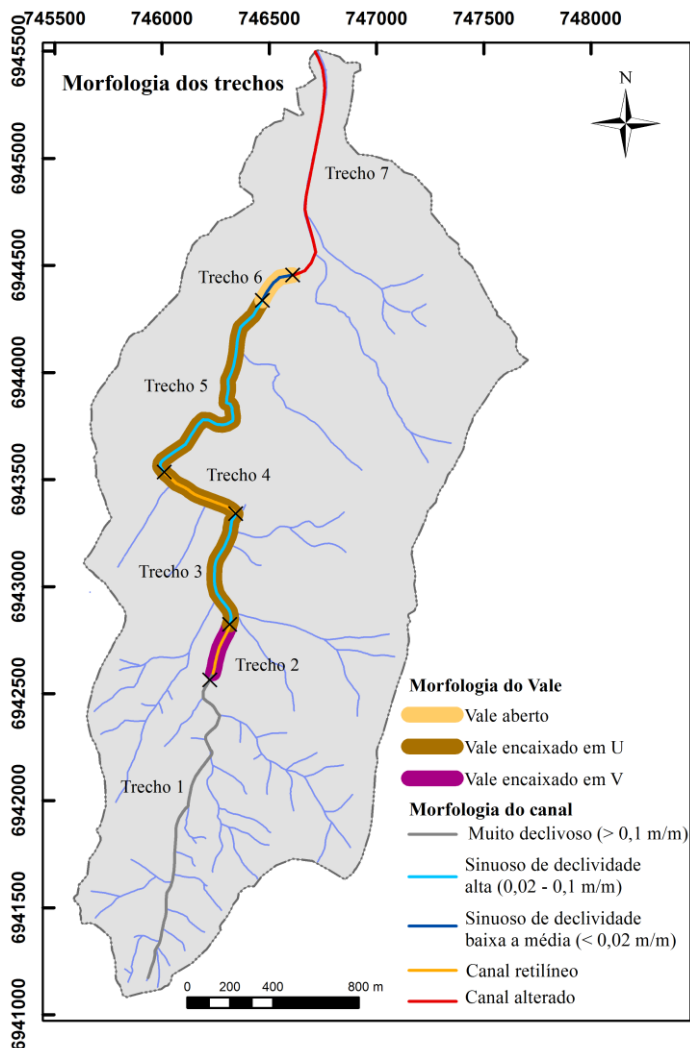


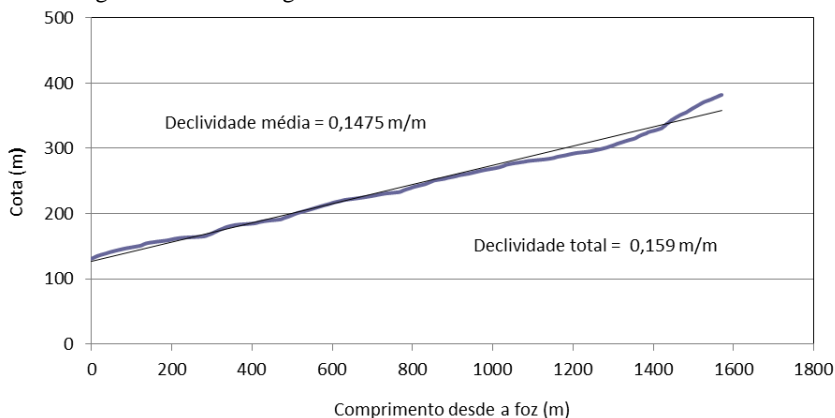
Figura 33 - Rio Córrego Grande dividido em trechos funcionalmente homogêneos em função da morfologia do canal e da morfologia do vale.

6.1 Trecho 01– Caracterização

O trecho 01 corresponde a um canal de aproximados 1.608 metros de comprimento e está relacionado aos vales iniciais de cabeceira. Nessas áreas, os canais apresentam-se bastante declivosos, sendo que

para o trecho em questão a declividade total (S1) é 0,159 m/m e a declividade média (S2) é de 0,1475 m/m(Figura 34).

Figura 34- Perfil longitudinal do trecho 01.



Com base na metodologia de Díaz e Ollero (2005) este trecho do rio se enquadra na categoria de canal “*muito declivoso* ($>0,1 \text{ m/m}$)”, cuja estrutura longitudinal é frequentemente representada por uma morfologia em degraus e poços (*step-pool*).

Conforme se observa no gráfico do perfil longitudinal (figura 14), a posição altimétrica do canal neste trecho é elevada e por vezes com desníveis abruptos, o que evidencia um ganho de energia local da corrente hídrica. Esse ganho de energia capacita os processos de erosão, favorecendo o entalhamento e rebaixamento da calha e exposição do substrato rochoso. Como resultado, têm-se canais muito encaixados, isto é, com baixa razão de largura/profundidade. Tais características enquadram o referido trecho na zona de produção de sedimentos, no que diz respeito à organização do sistema fluvial proposta por Shumm (1977).

A análise dos aspectos físicos da BHCG revela que este trecho está inserido quase que totalmente no modelado de dissecação em Montanha. A presença deste tipo de modelado evidencia o encaixamento do vale e o aspecto declivoso das encostas. Tais características, associadas ao substrato geológico dominado por milonito-cataclasito, tornam este setor da bacia bastante favorável ao intemperismo e à instabilização dos terrenos, ou seja, susceptível às dinâmicas de encosta (movimentos de massa). Os processos de encosta fornecem matacões e blocos graníticos ao leito

fluvial, repercutindo na elaboração de morfologias relacionadas à disposição deste material no leito.

Em função da dificuldade de acesso ao local, não foi aplicado o IHG no trecho 01. As análises de fotografias aéreas revelam que a área é coberta por vegetação com diferentes estágios de regeneração, variando de formações herbáceas a arbóreas. É possível observar que ocorrem áreas próximas ao rio com estágios pioneiros de vegetação secundária, isto é, terrenos que tiveram atividades agrícolas abandonadas permitindo o desenvolvimento da formação herbácea. Isto significa que, embora tenha ocorrido supressão da mata nativa nestes terrenos e, portanto, descumprimento da legislação ambiental vigente, a área encontra-se em fase de recuperação. Conforme Borges (2010) este estágio inicial de regeneração apresenta uma composição variada que está relacionada com o clima local, com a declividade do terreno e, principalmente, às condições de fertilidade do solo de acordo com o seu esgotamento e o tempo de abandono das atividades agrícolas.

6.2 Trecho 02– Caracterização

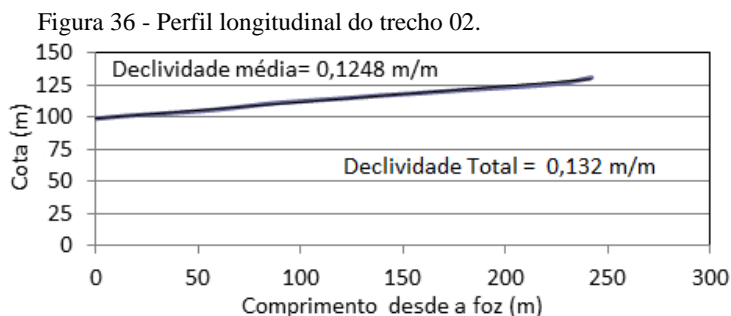
O trecho 02 abrange um canal de 241,9 metros de comprimento, cujo padrão em planta é retilíneo e está associado a um vale encaixado do tipo V. Esta morfologia de canal está relacionada ao controle estrutural existente na área estudada, isto é, no trecho em questão o canal de drenagem acompanha a estruturação de uma falha geológica de orientação NE desenvolvida no Granito Ilha milonitizado (Figura 35).



Figura 35 - Trecho do rio Córrego Grande seguindo falha desenvolvida na rocha.

Em função de seguir encaixado em uma falha, os ajustes progressivos laterais são restritos neste trecho. Por outro lado, sua declividade acentuada (Figura 36) favorece o ganho de energia do fluxo hídrico. Esta última característica associada ao alto grau de alteração das

rochas milonitizadas e a presença de planos de fraturas que conferem zonas de fraqueza à rocha, opera como facilitador do intemperismo local e dos processos erosivos. Como resultado ocorre o entalhamento do canal, com o rebaixamento e aprofundamento do leito. De acordo com os aspectos morfológicos supracitados conclui-se que, relativamente à posição do canal na bacia hidrográfica, este trecho do rio se enquadra na zona de produção de sedimentos estabelecida por Shumm (1977).



Na sequência, apresenta-se uma avaliação do trecho realizada a partir do índice hidrogeomorfológico (IHG).

6.2.1 Aplicação do IHG no trecho 02 – Avaliação e Resultados

Quadro 3 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade funcional do sistema fluvial. Trecho 2.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Naturalidade do regime caudal	Ocorrem captações irregulares de água em áreas a montante deste trecho por intermédio do aproveitamento de águas de nascentes. Tais ações causam modificações leves no caudal hídrico que circula no sistema fluvial (-2).	08
Disponibilidade e mobilidade de sedimentos	Os sedimentos aportados pela bacia chegam ao trecho 02 sem retenção de origem antrópica e o sistema fluvial é capaz de transportá-los para trechos a jusante. Ocorrem blocos que são mobilizados apenas em eventos fluviais pluviométricos extremos e raros, o que está dentro do esperado para trechos afetados por processos morfogenéticos de vertente.	10
Funcionalidade da planície de inundação	Por tratar-se de um vale encaixado em V, o trecho em questão carece de planície de inundação, de modo que foi analisado como espaço de cheia do próprio canal encaixado.	10

Neste trecho não existem obstáculos de origem antrópica que dificultem a dissipação de energia em descargas de cheia ou a decantação de sedimentos.	
Total	28
Avaliação da qualidade funcional do sistema fluvial no trecho 2: muito boa	

Quadro 4 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 2.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Naturalidade do traçado e do padrão do canal	O traçado do canal é natural. Sua morfologia em planta é reta por tratar-se de um canal encaixado em falha geológica, conforme o esperado para canais submetidos a este tipo de controle estrutural.	10
Continuidade e naturalidade do leito e dos processos longitudinais e verticais	Os processos longitudinais e verticais do canal estão de acordo com a sua declividade e com as características do vale em que se encontra, sem que existam barreiras de origem antrópica. Os únicos obstáculos encontrados no leito são aqueles proporcionados por blocos graníticos relacionados à dinâmica das vertentes, ou seja, são obstáculos naturais.	10
Naturalidade das margens e mobilidade lateral	As margens são naturais e a dinâmica lateral está de acordo com as características naturais do canal e do vale em que encontra, isto é, tem a mobilidade lateral limitada pelo encaixamento na falha e pelo vale em V.	10
Total		30
Avaliação da qualidade do canal fluvial no trecho 2: muito boa		

Quadro 5 Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade da vegetação ripária. Trecho 2.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Continuidade longitudinal do corredor ribeirinho	Este trecho não conta com corredor ribeirinho contínuo em ambas as margens porque apresenta limitações impostas pelo encaixamento do canal no vale em V. Entretanto, as próprias paredes do vale exercem um papel hidrogeomorfológico adequado às condições do rio, não configurando rompimento do corredor ecológico natural.	10
Largura do corredor ribeirinho	Da mesma forma que no item anterior, a largura do corredor ribeirinho está limitada	10

	pelas características naturais do vale. No entanto, conserva a sua largura potencial.	
Estrutura, naturalidade e conectividade transversal da vegetação ripária.	Não ocorrem alterações antrópicas que afetem a estrutura interna, a naturalidade das espécies vegetais e conectividade transversal com o canal.	10
		total 30
Avaliação da qualidade da vegetação ripária no trecho 2: muito boa		

Quadro 6 - Síntese da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Trecho 2.

Indicador	Pontuação	Nível de qualidade
Qualidade funcional do sistema fluvial	28	Muito boa
Qualidade do canal fluvial	30	Muito boa
Qualidade do corredor ribeirinho	30	Muito boa
Qualidade hidrogeomorfológica do trecho	88	Muito boa

6.3 Trecho 03– Caracterização

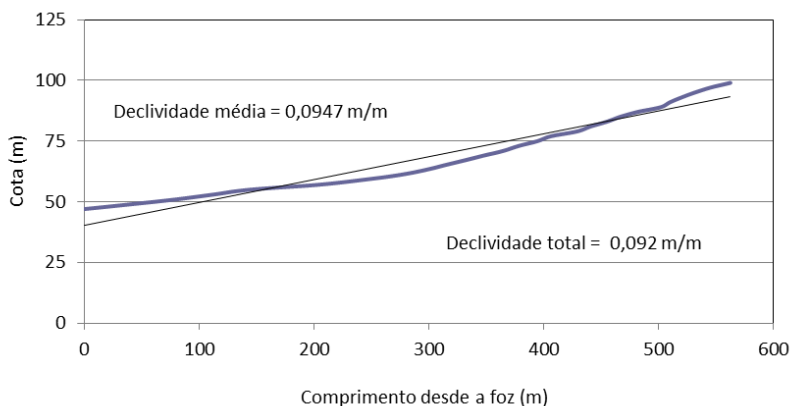
O trecho 03 corresponde a um canal de 562,8 metros de comprimento associado a um vale encaixado em U. Em alguns pontos as vertentes apresentam-se bastante verticalizadas, tendendo a formar gargantas (Figura 37).



Figura 37 - Paredes verticalizadas no trecho 3 formando garganta.

Nesse trecho a declividade total do canal é de 0,092 m/m (Figura 38) enquadrando-o, segundo o intervalo adotado na metodologia de Díaz e Ollero (2005), na categoria de canal com “declividade alta (0,02-0,1 m/m)”.

Figura 38 – Perfil longitudinal do trecho 3.



Por se tratar de um vale encaixado em U o canal tem a possibilidade de divagar lateralmente, entretanto limitado pelas paredes escarpadas do vale. A este respeito, foi importante obter o seu índice de sinuosidade. Ressalta-se que são apresentados na literatura diferentes valores para distinguir canais retilíneos de sinuosos. Brice (1964) apresenta como limitante o valor de 1,05, enquanto Leopold e Wolman (1957) apresentam o valor de 1,1. Para o trecho em questão o índice de sinuosidade encontrado foi de 1,08. Considerando as particularidades da BHCG, onde a morfologia dos canais é fortemente influenciada por controles estruturais, optou-se por empregar o valor apresentado por Brice (1964) classificando-o como sinuoso. Deste modo, é possível diferenciar este trecho daqueles que são encaixados em estruturas falhadas e, portanto, retilíneos. Ademais, é importante ressaltar que os cálculos de comprimento do canal foram realizados sobre o TIN (Triangular Irregular Network) isto é, a partir do mapa topográfico. Este procedimento geralmente subestima os valores de sinuosidade quando comparado aos cálculos sobre fotografias aéreas.

Tem-se, portanto, um canal de sinuosidade muito baixa e declividade elevada percorrendo um vale encaixado do tipo U. A declividade acentuada do canal e o seu encaixamento no vale conferem a este trecho grande capacidade de erosão e baixa capacidade de armazenamento sedimentário por deposição. Tais características configuram este trecho como zona de produção, conforme estabelecido por Schumm (1977). A baixa capacidade de armazenamento de

sedimentos tem reflexos na largura do corredor ribeirinho e da planície de inundação, os quais são bastante estreitos neste trecho.

No local onde o rio Córrego Grande forma a cachoeira do Poção, ocorre um afloramento natural de diabásio com a presença de blocos residuais. O dique intrusivo tem orientação NE e cerca de 40 metros de largura. A ocorrência deste dique é responsável por uma mudança na orientação do leito do rio, refletida na sinuosidade do canal. É importante assinalar que este ponto é marcado por um desnível topográfico abrupto de aproximadamente 6 metros que forma a cachoeira do Poção. Neste ponto há um ganho de energia local responsável pelo entalhamento do substrato rochoso e pela produção de pequenos seixos que são adicionados aos sedimentos ativos transportados pelo rio. Ao alcançar a depressão conhecida como Poção o fluxo hídrico sofre uma perda de energia, possibilitando um ambiente com águas calmas favoráveis ao suporte de peixes e outras espécies aquáticas (Figura 39).



Figura 39—Córrego Grande no trecho 3. Detalhe para (A) Desnível topográfico abrupto na área conhecida como Poção. B) Pequenos seixos produzidos pelo ganho de energia da corrente e adicionados aos sedimentos ativos.

O percorrido deste trecho em direção à jusante revela que o leito apresenta em toda a sua extensão uma estrutura longitudinal formada por blocos angulosos dispostos transversalmente à corrente, configurando uma morfologia em degraus e poços, onde o fluxo é turbulento nos degraus e calmo nos poços (Figura 40).



Figura 40—Trecho 3. Detalhe para (A) disposição de blocos angulosos no leito formando a morfologia em degraus e poços. (B) Agrupamento de blocos e matacões no leito formando um grande poço.

Essa quantidade de carga grosseira no leito está relacionada aos processos morfogenéticos que ocorrem nas vertentes, isto é, proveniente de material intemperizado e deslocado pela ação da gravidade em encostas (movimentos de massa). Ao longo deste trecho verificamos que as escarpas do vale apresentam o Granito Ilha cataclásado com planos de fraturas paralelas orientadas a nordeste, atuando como zona de fraqueza aos processos de intemperismo e erosão. Os materiais que alcançam o leito são mobilizados somente em eventos extremos, visto que a energia de fluxo do rio em eventos normais não tem competência para transportá-lo. Em contraste, as partículas de menor granulometria são transportadas pela corrente para trechos a jusante.

6.3.1 Aplicação do IHG no trecho 03 – Avaliação e Resultados

Quadro 7 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 3.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Naturalidade do regime caudal	O volume hídrico que circula pelo sistema fluvial é afetado pelo aproveitamento de água de nascentes e pela captação artesanal em pequenos represamentos naturais do rio e afluentes em áreas à montante deste trecho (consulta à comunidade local). Além disso, nos divisores da bacia limitantes com o bairro Pantanal são produzidas cavidades no terreno em áreas de pastagem, as quais são utilizadas para a dessedentação de animais (Figura 41). Estas alterações reduzem a quantidade de água que circula no sistema(-2).	08

Disponibilidade e mobilidade de sedimentos	Em áreas de encostas próximas a este trecho foram construídas algumas residências e estradas de ligação entre elas. Analisando a exposição das vertentes (mapa 05) verificamos que estas construções promovem desconexões entre as vertentes do vale e o canal fluvial. Tais alterações antrópicas na bacia modificam levemente a chegada lateral de carga sólida proveniente de processos nas vertentes (-1).	09
Funcionalidade da planície de inundação	Trata-se de um vale encaixado em U com planície de inundação pouco desenvolvida em alguns pontos e inexistente em outros, onde o espaço inundável é a própria calha do rio. Não ocorrem obstáculos de origem antrópica que dificultem a dissipação de energia em descargas de cheia ou a decantação de sedimentos.	10
Total		27
Avaliação da qualidade funcional do sistema fluvial no trecho 3: muito boa		

Quadro 8 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 3.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Naturalidade do traçado e do padrão do canal	O traçado do canal é natural, isto é, sem modificação antrópica. Sua morfologia em planta é influenciada pela carga grosseira depositada no leito e pelas zonas de fraqueza conferidas por fraturas nas rochas, as quais aceleram os processos de intemperismo. Tem-se, portanto, processos naturais de acordo com os aspectos físicos da bacia hidrográfica.	10
Continuidade e naturalidade do leito e dos processos longitudinais e verticais	Não existem infraestruturas que comprometam os processos longitudinais e/ou verticais do canal fluvial. O leito é natural e está de acordo com a declividade do canal, o tipo de vale, o substrato e estrutura geológica da bacia.	10
Naturalidade das margens e mobilidade lateral	Não ocorrem elementos antrópicos nas margens. A dinâmica lateral do canal é naturalmente limitada pelo encaixamento no vale.	10
Total		30
Avaliação da qualidade do canal fluvial no trecho 3: muito boa		

Quadro 9 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade da vegetação ripária. Trecho 3.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Continuidade longitudinal do corredor ribeirinho	Não há rompimento antrópico no corredor ribeirinho. As discontinuidades que se apresentam são naturais, impostas pelas características geomorfológicas do vale.	10
Largura do corredor ribeirinho	A largura do corredor ribeirinho é pouco pronunciada em função da baixa capacidade de armazenamento de sedimentos. Entretanto, este aspecto está de acordo com a posição do trecho na bacia e os aspectos geomorfológicos do vale.	10
Estrutura, naturalidade e conectividade transversal da vegetação ripária.	A vegetação ripária conserva boa estrutura interna, naturalidade das espécies e conexões com o canal.	10
total		30
Avaliação da qualidade da vegetação ripária no trecho 3: muito boa		

Quadro 10 - Síntese da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Trecho 3.

Indicador	Pontuação	Nível de qualidade
Qualidade funcional do sistema fluvial	27	Muito boa
Qualidade do canal fluvial	30	Muito boa
Qualidade do corredor ribeirinho	30	Muito boa
Qualidade hidrogeomorfológica do trecho	87	Muito boa



Figura 41–Trecho 3. Detalhe para (A) Captação artesanal utilizada pela comunidade local;(B) Cavidade produzida para a dessedentação de animais.

Fonte: NETO, 2012.

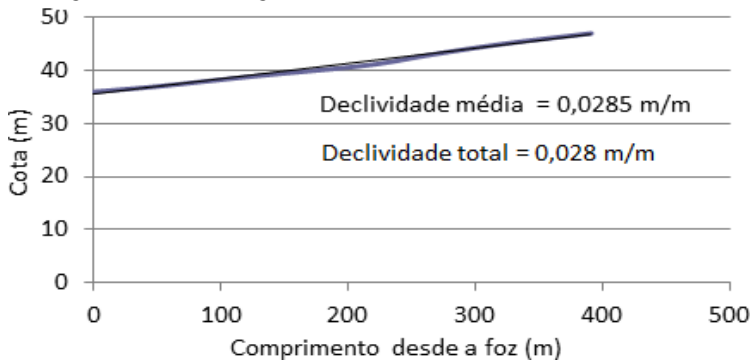
6.4 Trecho 04– Caracterização

O trecho 04 representa uma brusca mudança de orientação do rio Córrego Grande conferida pelo encaixamento do leito em uma falha geológica de orientação NW na área do granito ilha.

O comprimento de canal é de 391,2 metros, com padrão em planta retilíneo associado ao vale encaixado do tipo U. Mesmo localizando-se em um vale mais amplo, este canal tem restrições de mobilidade lateral impostas pelo controle estrutural a que é submetido. Apesar de estar fora da área do milonito-cataclasito apresentada no mapeamento geológico de Vargas de Cristo (2002), os trabalhos de campo revelam que este trecho é dominado por cataclasito foliado, mostrando plano de foliação em baixo ângulo de mergulho. De modo geral, o canal desenvolve-se sobre uma zona de rocha bastante fraturada proporcionando maiores condições para o intemperismo local e ao entalhamento do canal, o que resulta no seu rebaixamento.

A declividade total do trecho 4 é de 0,028 m/m (Figura 42), enquadrando-o na mesma categoria daquele imediatamente à montante (*declividade alta 0,02-0,1 m/m*). Esta característica, associada com o seu alto grau de encaixamento configura uma zona de produção de sedimentos definida por Shumm (1977).

Figura 42- Perfil longitudinal do trecho 4.



6.4.1 Aplicação do IHG no trecho 04 – Avaliação e Resultados

Quadro 11 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 4.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Naturalidade do	Além das atuações humanas verificadas	06

regime caudal	nos trechos à montante, observa-se que a partir deste setor ocorre modificação no uso do solo da bacia, passando a apresentar pequenas áreas com ocupação urbana. Depreende-se que a impermeabilização do solo provocada por esta pequena área urbanizada contribui para as modificações na quantidade de água que circula no sistema fluvial (-4)	
Disponibilidade e mobilidade de sedimentos	A ocupação das encostas pela urbanização implica em desconexão com o fundo do vale. Analisando o mapa de exposição de vertentes (mapa 05) verifica-se que a área urbanizada ocupa uma porção da encosta orientada a sudeste e, portanto, interfere na chegada lateral de carga sólida aportada pela bacia para este trecho do rio (-1).	09
Funcionalidade da planície de inundação	Não há elementos antrópicos no leito de inundação que impeçam a dissipação de energia ou a decantação de sedimentos em descargas de cheia.	10
Total		25
Avaliação da qualidade funcional do sistema fluvial no trecho 4: muito boa		

Quadro 12 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 4.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Naturalidade do traçado e do padrão do canal	O traçado do canal é natural e mantém sua morfologia em planta conforme o esperado para os aspectos físicos da bacia, isto é, em função do controle estrutural a que é submetido.	10
Continuidade e naturalidade do leito e dos processos longitudinais e verticais	O canal é natural e contínuo, ou seja, não existem infraestruturas transversais ou modificações de sua rugosidade provocadas por ações humanas que alterem seus processos hidrogeomorfológicos longitudinais e verticais.	10
Naturalidade das margens e mobilidade lateral	Trata-se de um canal naturalmente retilíneo e, portanto, com uma baixa mobilidade lateral governada pela falha geológica.	10
Total		30
Avaliação da qualidade do canal fluvial no trecho 4: muito boa		

Quadro 13 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade da vegetação ripária. Trecho 4

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Continuidade longitudinal do corredor ribeirinho	O corredor ribeirinho é contínuo por todo o trecho e em ambas as margens, sem interferências antrópicas.	10
Largura do corredor ribeirinho	Apesar de limitado pelo encaixamento do vale, o corredor ribeirinho mantém toda a sua largura potencial, isto é, não há redução por ocupação antrópica.	10
Estrutura, naturalidade e conectividade transversal da vegetação ripária.	Assim como nos trechos à montante, a vegetação ripária conserva boa estrutura interna, naturalidade das espécies vegetais e conexões com o canal.	10
Total		30
Avaliação da qualidade da vegetação ripária no trecho 4: muito boa		

Quadro 14 - Síntese da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Trecho 4.

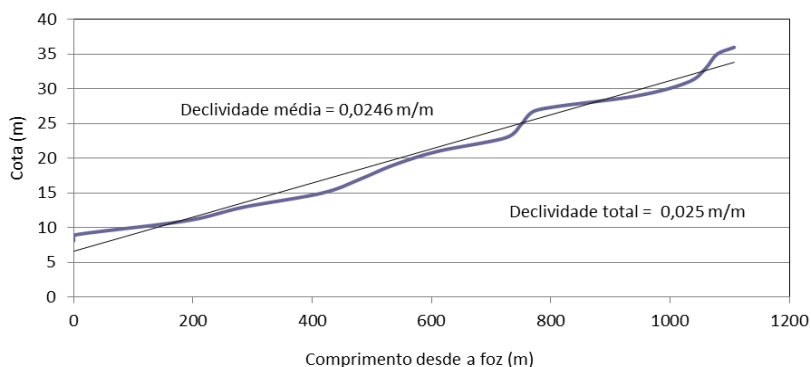
Indicador	Pontuação	Nível de qualidade
Qualidade funcional do sistema fluvial	25	Muito boa
Qualidade do canal fluvial	30	Muito boa
Qualidade do corredor ribeirinho	30	Muito boa
Qualidade hidrogeomorfológica do trecho	85	Muito boa

6.5 Trecho 05– Caracterização

A partir do trecho 05 ocorre uma nova quebra no sentido do rio Córrego Grande, causada por uma intrusão de diabásio orientado aNE com cerca de 7 metros de largura, o qual intercepta o canal fluvial.

Neste trecho o comprimento do canal é de 1107, 4 metros e está associado a um vale encaixado em U sobre o granito ilha. Seu índice de sinuosidade é de 1,1 classificando-o como sinuoso (LEOPOLD e WOLMAN, 1957; BRICE, 1964). A declividade total do canal é de 0,025 m/m (Figura 43), mantendo-o na mesma classe do trecho à montante - “*declividade alta (0,02-0,1m/m)*”.

Figura 43 – Perfil longitudinal do trecho 5.



Este trecho apresenta blocos graníticos angulosos na calha fluvial relacionados a depósitos de tálus, os quais podem ser mobilizados apenas em eventos pluviométricos raros. Este material está disposto no leito de maneira desorganizada, tanto lateral como longitudinalmente. A presença dos blocos rolados confere ao leito grande rugosidade, imprimindo uma estrutura longitudinal em que o comportamento hidráulico se alterna entre turbulento, ocasionado por concentrações de blocos, e lento, proporcionado por poços (Figura 44).



Figura 44–Trecho 5. Detalhe para (A) disposição de blocos no leito e (B) formação de poço.

Além disso, verificamos a ocorrência de sedimentos ativos constituídos de areia grossa com grânulos de quartzo e de feldspato, os quais parecem ser mobilizados à jusante a cada evento pluviométrico, devido ao ganho de energia que esses eventos proporcionam à corrente. Tais sedimentos aparecem retidos entre os blocos graníticos e, frequentemente, sob a laje granítica exposta no leito. Essas

características indicam que neste trecho ocorre uma transição entre a zona de produção e a zona de transferência, conforme Shumm (1977).

Logo no início deste trecho (percorrido de montante para jusante) existem sinais de que o rio corria em cotas mais elevadas em tempos pretéritos, isto é, evidência de que ocorreu rebaixamento da calha fluvial. Tal evidência é dada por registros de arranque de bloco em diferentes níveis na parede granítica que limita o leito do vale em sua margem esquerda. A remoção desse material é facilitada por um conjunto de fraturas paralelas orientadas a nordeste, as quais contribuem à intemperização das rochas. Nesse local, a parede granítica tem a função de dissipar energia da corrente, acelerando os processos de intemperismo e de erosão. Como resultado, o granito se apresenta bastante marcado pelo trabalho do rio longo do tempo. Além disso, o trecho está localizado entre falhas paralelas também orientadas a NE, sugerindo que o rebaixamento do vale e, por conseguinte do rio, tem origem tectônica, resultado de movimentos combinados das falhas geológicas (Figura 45).

Ressalta-se que este trecho apresenta uma sinuosidade bastante evidente ao centro do seu traçado longitudinal. Considerando os controles estruturais da área depreende-se que esta sinuosidade seja governada pelas estruturas geológicas recorrentes neste setor da bacia, tais como falhas e fraturas. Entretanto, a dificuldade de acesso a este ponto impossibilitou a confirmação desta informação *in loco* levantamento de estruturas, motivo pelo qual se optou pela não segmentação deste trecho.



Figura 45–Trecho 5. Detalhe para (A) Parede granítica com fraturas paralelas NE; (B) rocha exibindo fratura com orientação N 57° E.

6.5.1 Aplicação do IHG no trecho 05 – Avaliação e Resultados

Quadro 15 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 5.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Naturalidade do regime caudal	Este trecho do rio atravessa um setor da bacia com áreas impermeabilizadas pela ocupação urbana densa. Com isso, ocorre aumento de escoamento superficial e, consequentemente, redução da quantidade de água que circula no sistema (-4).	06
Disponibilidade e mobilidade de sedimentos	A ocupação urbana deste setor da bacia interrompe a conexão das vertentes com o canal fluvial por meio de edificações e estradas paralelas ao curso d'água. Estas modificações de uso do solo afetam a chegada lateral de carga sólida aportada pela bacia neste trecho do rio (-2)	08
Funcionalidade da planície de inundação	O curso d'água segue naturalmente encaixado no vale. Entretanto, existem três vias de comunicação transversais ao canal que tendem a prejudicar levemente a dissipação de energia do fluxo em eventos de cheia (-1).	09
Total		23
Avaliação da qualidade funcional do sistema fluvial no trecho 5: boa		

Quadro 16 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 5.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Naturalidade do traçado e do padrão do canal	O traçado do canal é levemente afetado pela estrutura de três pontes situadas ao longo deste trecho (-2). Por outro lado, a morfologia do canal em planta está de acordo com os aspectos físicos da bacia hidrográfica, governada pelo controle estrutural a que é submetido. Ressalta-se que as alterações verificadas no traçado do canal não chegam a descaracterizar a morfologia em planta do canal, visto que são apenas pontuais.	08
Continuidade e naturalidade do leito e dos processos longitudinais e verticais	A continuidade longitudinal é afetada pela existência das três pontes anteriormente mencionadas. Para este parâmetro, as estruturas das pontes são mais significativas, uma vez que contribuem para a obstrução do fluxo hídrico pela retenção de carga sólida. Entre o material retido destacam-se os sedimentos grosseiros e os detritos lenhosos trazidos de trechos à montante, bem como os sedimentos carreados de	08

	diferentes setores da bacia pelo escoamento superficial difuso, geralmente contendo restos da construção civil (-2).	
Naturalidade das margens e mobilidade lateral	Existem algumas defesas de margens nas proximidades das pontes que modificam localmente a sua naturalidade e, por conseguinte, a sua mobilidade lateral (-2).	08
Total		24
Avaliação da qualidade do canal fluvial no trecho 5: boa		

Quadro 17 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade da vegetação ripária. Trecho 5.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Continuidade longitudinal do corredor ribeirinho	As estruturas das pontes impõem descontinuidades ao corredor ribeirinho. Entretanto, elas correspondem a menos de 15% da longitude total potencial do corredor na área estudada (-2).	08
Largura do corredor ribeirinho	A comparação de fotografias aéreas revela que atualmente o corredor ribeirinho mantém a maior largura desde o ano de 1938 (fotografias mais antigas disponíveis). Entretanto, existem edificações na faixa de preservação das margens do rio, sugerindo que a largura ocupada pela vegetação ciliar está abaixo do seu potencial (-4).	06
Estrutura, naturalidade e conectividade transversal da vegetação ripária.	Existem algumas alterações na naturalidade e estrutura da vegetação ripária. Verificou-se a ocorrência de vegetação exótica misturada com a vegetação nativa, principalmente em pontos mais próximos ao trecho 06 (-2).	08
Total		22
Avaliação da qualidade da vegetação ripária no trecho 5: boa		

Quadro 18 - Síntese da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Trecho 5.

Indicador	Pontuação	Nível de qualidade
Qualidade funcional do sistema fluvial	23	Boa
Qualidade do canal fluvial	24	Boa
Qualidade do corredor ribeirinho	22	Boa
Qualidade hidrogeomorfológica do trecho	69	Boa

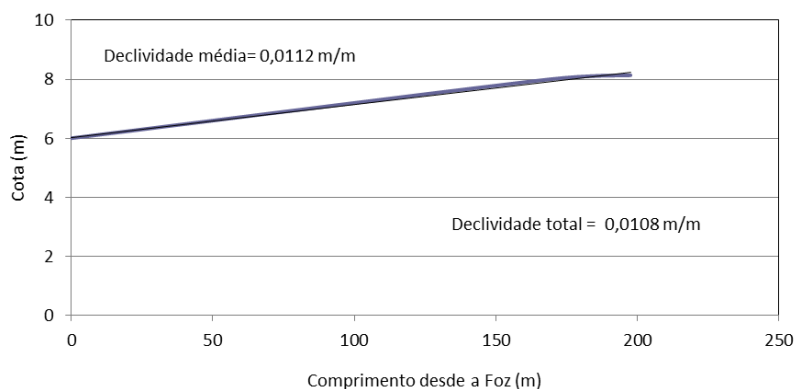


Figura 46–Trecho 5. Estrutura de ponte alterando a naturalidade do ambiente fluvial.

6.6 Trecho 06– Caracterização

O trecho 06 corresponde a um canal com 197,6 metros de comprimento, cujo índice de sinuosidade é igual a 1,06 e, portanto, de padrão em planta sinuoso (BRICE, 1964). Esta morfologia em planta associada à declividade de 0,0108 m/m (Figura 47) enquadra o canal fluvial na categoria “*sinuoso de média e baixa declividade (<0,02 m/m)*”, conforme Díaz e Ollero (2005).

Figura 47- Perfil longitudinal do trecho 6.



Neste trecho, o calibre da carga grosseira é menos pronunciado do que nos trechos à montante. Entretanto, são encontrados pequenos blocos graníticos no leito que tendem a ser mobilizados apenas em eventos pluviométricos de grande magnitude e que, apesar de guardar

relações com a dinâmica do fluxo hídrico, também estão relacionados com a dinâmica das vertentes em trechos a montante (Figura 48). A declividade do terreno e a presença de carga grosseira de granulometria variada no leito conferem ao canal uma estrutura longitudinal relativamente plana e sem uma morfologia de fundo bem definida. Apesar de estar relacionada a um vale mais amplo, verificou-se, nas comparações de fotografias aéreas (anos de 1957, 1969 e 2012), que o canal não foi mobilizado lateralmente. Depreende-se que esta estabilidade lateral esteja relacionada com a rugosidade proporcionada pelos blocos graníticos depositados no leito, os quais criam ambientes de circulação da corrente que reduzem a convergência de fluxo lateral.

Relativamente à posição deste trecho do rio na bacia hidrográfica tem-se uma zona de transferência de sedimentos (SCHUMM, 1977), visto que entre o material do leito torna-se frequente a presença de sedimentos constituídos de areia grossa que é levada à jusante em eventos pluviométricos.

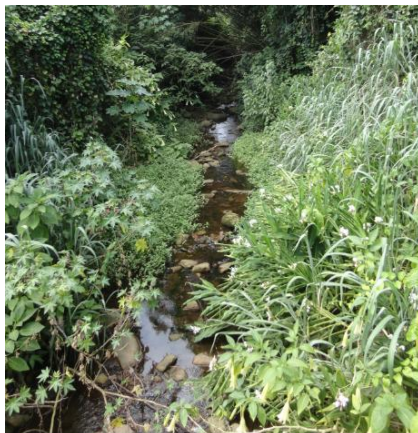


Figura 48 - Trecho 6 exibindo pequenos blocos graníticos trazidos pela corrente.

6.6.1 Aplicação do IHG no trecho 06 – Avaliação e Resultados

Quadro 19 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 6.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Naturalidade do regime caudal	À montante deste trecho há setores da bacia densamente urbanizados. Deste modo, assim como verificado no trecho anterior, tem-	06

	se alteração na quantidade de água que circula no sistema fluvial (-4).	
Disponibilidade e mobilidade de sedimentos	A ocupação urbana de áreas da bacia à montante deste trecho interrompe a conexão entre as vertentes e o canal, afetando a chegada de sedimentos aportados pela bacia (-2). Além disso, o processo de urbanização é responsável por inserir sedimentos antropogênicos no curso d'água, alterando a sua função natural de mobilização e transporte sedimentar (-2).	06
Funcionalidade da planície de inundação	A planície de inundação conta com um obstáculo pontual para as descargas de cheias, proporcionado por uma ponte sobre o canal fluvial (-1).	09
Total		21
Avaliação da qualidade funcional do sistema fluvial no trecho 6: boa		

Quadro 20- Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 6

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Naturalidade do traçado e do padrão do canal	O traçado do canal é levemente afetado pela estrutura da ponte (-2). A morfologia em planta mantém os aspectos e as dimensões de acordo com as características do vale.	08
Continuidade e naturalidade do leito e dos processos longitudinais e verticais	A ponte no início deste trecho contribui para a retenção de sedimentos, detritos e de galhos de árvores vindos de trechos à montante, influenciando nos processos longitudinais e verticais do canal fluvial (-1).	09
Naturalidade das margens e mobilidade lateral	No início deste trecho ocorre alteração das margens do rio pela construção da estrutura de uma ponte, o que modifica localmente a sua naturalidade e, por conseguinte, a sua mobilidade lateral (-2).	08
Total		25
Avaliação da qualidade do canal fluvial no trecho 6: muito boa		

Quadro 21 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade da vegetação ripária. Trecho 6.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Continuidade longitudinal	Existe uma pequena descontinuidade no corredor ribeirinho utilizada para a circulação de	09

do corredor ribeirinho	animais entre as margens do rio, visto que neste setor da bacia ocorrem áreas de pastagens (-1).	
Largura do corredor ribeirinho	Ao longo dos anos a cobertura vegetal desta área foi bastante modificada. Verificou-se uma tentativa de reflorestamento no ano de 1957, mas sua área já era bastante reduzida em 1969. Atualmente, verifica-se que a porção final deste trecho exibe um corredor ribeirinho entre 40 e 60% mais largo que a porção inicial, sugerindo que o mesmo está abaixo da sua largura potencial (-4).	06
Estrutura, naturalidade e conectividade transversal da vegetação ripária.	Ocorrem espécies exóticas misturadas com remanescentes de vegetação nativa (-2).	08
Total		23
Avaliação da qualidade da vegetação ripária no trecho 6: boa		

Quadro 22 - Síntese da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Trecho 6.

Indicador	Pontuação	Nível de qualidade
Qualidade funcional do sistema fluvial	21	Boa
Qualidade do canal fluvial	25	Muito boa
Qualidade do corredor ribeirinho	23	Boa
Qualidade hidrogeomorfológica do trecho	69	Boa

6.7 Trecho 07 – Caracterização

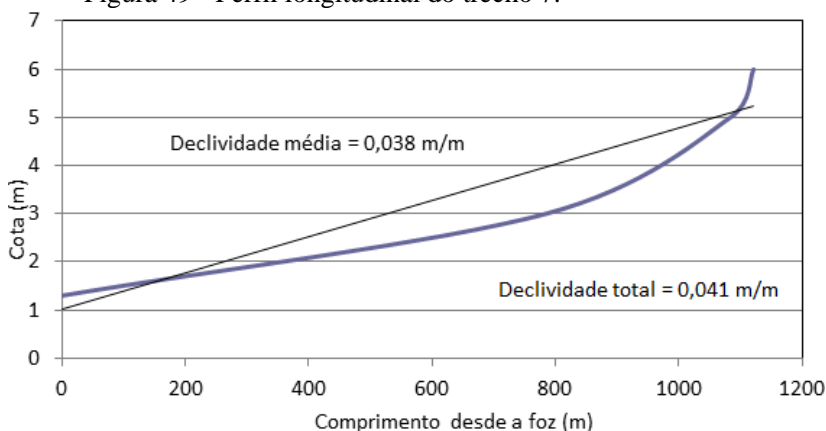
O trecho 07 caracteriza-se por um canal de 1121 metros que recebeu, entre as décadas de 60 e 70, sucessivas alterações no seu traçado. Este canal ocupa um vale aberto extenso, cujo deslocamento lateral potencial seria considerado elevado, não fossem as intervenções no seu traçado.

No que se refere à geologia, este canal está totalmente inserido na área formada por depósitos flúvio-marinhos, isto é, local de planície que recebe deposição de sedimentos arenosos e siltico-argilosos. Em termos geomorfológicos o rio Córrego Grande deixa de percorrer os modelados dissecação, cujas amplitudes altimétricas chegam a 424 metros, e passa a divagar em um ambiente de acumulação, com amplitude altimétrica inferior a 20 metros. Isto significa que este setor da bacia recebe grande volume do escoamento superficial da bacia, tendendo a formar zonas

úmidas no fundo do vale. Além disso, o ambiente recebe os sedimentos aportados pela bacia nos trechos à montante, tornando-se propício a ajustamentos do canal proporcionados pelo balanço de erosão e deposição de sedimentos. Esta característica enquadra este trecho entre as zonas de transferência e de deposição propostas por Schumm (1977).

A situação descritasugere que os processos fluviais tendem a ocupar parcela significativa do fundo do vale, o que representa um obstáculo à ocupação humana da bacia. Deste modo, para maior aproveitamento do fundo do vale pela urbanização, o rio Córrego Grande sofreu sucessivas retificaçõesque proporcionaram o alargamento e aprofundamento do canal. Depreende-se que estas intervenções visaram aumentar capacidade da calha fluvialpara permitir a drenagemda água que escoapela superfície, bem como pararestringir os processos fluviais ao espaço que foi estabelecido entre as margens do canal. Conforme Keller (1976) este processo tende a modificar o regime fluvial pelo aumento da amplitude das descargas locais. Por outro lado, a alteração do traçado em planta implica na redução da extensão do curso e no aumento da declividade do canal e, por conseguinte, da velocidade fluxo. Não foram encontrados registros das declividades do canal em períodos anteriores às obras de retificação. Entretanto, a declividade atual do trecho em questão é de 0,041m/m (Figura 49), isto é, bem acima daquela encontrada em alguns trechos a jusante e que percorrem o modelado de dissecação. Esta característica contrasta com o que ocorre em canais naturais tendo-se em conta que sua posição na bacia ocupa um modelado de acumulação da planície costeira.

Figura 49 - Perfil longitudinal do trecho 7.



Durante o período de desenvolvimento desta pesquisa foram iniciadas obras para o desassoreamento do rio Córrego Grande por parte da administração municipal. O desassoreamento do rio envolve um novo alargamento e aprofundamento do canal. Até a data desta redação (setembro de 2014) o novo dimensionamento do canal foi verificado apenas em um trecho exterior à área de estudo, o qual tem incinada área do manguezal do Itacorubi em direção à montante e alcança o afluente Ana D'Ávila, no limite da BHCG (Figura 50). Com o alargamento do canal, as áreas de proteção legal destinadas à vegetação ripária foram reduzidas, aproximando o canal das construções urbanas presentes em suas margens. É importante ressaltar que o projeto, licenciado pela FATMA, prevê a limpeza periódica do rio Córrego Grande em uma extensão que inclui o trecho 7 delimitado nesta pesquisa. As intervenções necessárias para essa atividade envolvem a retirada de sedimentos e, conseqüentemente, alterações adicionais à morfologia do canal. Até o momento desta redação as atividades não haviam sido iniciadas.



Figura 50 - Obras de alargamento do Rio Córrego Grande em um trecho à jusante do trecho 7.

Díaz e Ollero (2005) lembram que canais muito alterados por intervenções humanas perdem a sua morfologia inicial e, portanto, não mantêm os processos naturais dinâmicos que os qualifica como rios. Sob essa perspectiva pareceu incoerente, ao menos no primeiro momento, aplicar a um trecho artificializado um índice que avalia o grau de naturalidade da dinâmica fluvial. Por outro lado, entende-se que a aplicação do IHG se constitui em uma útil ferramenta de auxílio ao conhecimento das limitações impostas na bacia à recuperação da dinâmica natural ativa do rio, motivo que se optou pela aplicação.

6.7.1 Aplicação do IHG no trecho 07 – Avaliação e Resultados

Quadro 23 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 7.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Naturalidade do regime caudal	As atuações humanas verificadas nos trechos à montante interferem na quantidade de água que circula por este trecho. Além disso, essa área da planície é densamente ocupada pela urbanização, contribuindo ao aumento do escoamento superficial. Tem-se que as atuações antrópicas para drenar a planície modificam o regime fluvial pelo aumento da amplitude de descargas locais (Figura 51). Por outro lado, as mudanças do regime sazonal são pouco pronunciadas (-6).	04
Disponibilidade e mobilidade de sedimentos	A urbanização deste setor da bacia e de setores à montante provoca um aumento no escoamento superficial, elevando o carreamento de materiais erodidos nas encostas e dos sedimentos produzidos no processo de urbanização. Dessa forma, tem-se um aumento nas taxas de carga sólida transportada pelos fluxos hídricos. Além disso, as margens do canal tiveram a vegetação removida para permitir a implantação do sistema de tratamento de esgoto da CASAN (Figura 51) ficando desprotegidas ao afluxo direto pela superfície (-3). São registradas dragagens no canal para reduzir a disponibilidade de sedimentos. Segundo a Secretaria de Obras do Município (comunicação verbal), o canal é dragado ao menos uma vez por ano (-4). Registra-se o crescimento de vegetação no leito como indícios de dificuldade de mobilidade de sedimentos (-1), conforme observado na Figura 52.	02
Funcionalidade da planície de inundação	O rio foi totalmente canalizado neste trecho e ocorre estabilização longitudinal das margens por acumulações de sedimentos procedentes das dragagens (-5). Mais de 50% dos terrenos adjacentes foram elevados por aterros ou impermeabilizados (-3). A infraestrutura da ponte situada na Rua João Pio Duarte exerce obstáculo pontual para os fluxos de cheia (-1)	01
Total		07

Avaliação da qualidade funcional do sistema fluvial no trecho 7: deficiente

Quadro 24 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade do canal fluvial. Trecho 7.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Naturalidade do traçado e do padrão do canal	O traçado do canal foi modificado em toda a sua extensão, passando a apresentar maior largura. A morfologia em planta conserva a curvatura original. Entretanto, foram eliminados pequenos meandros (-8).	02
Continuidade e naturalidade do leito e dos processos longitudinais e verticais	A estrutura da ponte da Rua João Pio Duarte altera a continuidade longitudinal, retendo pequenos blocos, galhos de árvores e resíduos sólidos da construção civil (-1). A rugosidade do fundo é bastante alterada pelas sucessivas limpezas e dragagens. Estas atividades em conjunto com a retificação do canal acelera a velocidade do fluxo e modifica o balanço de energia de sedimentos (-3).	04
Naturalidade das margens e mobilidade lateral	A canalização impede a mobilidade lateral do canal (-6). A situação é agravada pelos sucessivos depósitos de sedimentos de dragagens nas margens do canal e pelo acúmulo de resíduos da construção civil (-2).	02
Total		08

Avaliação da qualidade do canal fluvial no trecho 7: deficiente

Quadro 25 - Aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Indicador: Qualidade da vegetação ripária. Trecho 7.

Parâmetro	Avaliação	Pontos
Continuidade longitudinal do corredor ribeirinho	Registram-se descontinuidades permanentes entre 25% e 35% da longitude total do corredor ribeirinho causadas pela urbanização (-4).	06
Largura do corredor ribeirinho	A largura média do corredor ribeirinho atual corresponde a aproximadamente 50% da porção inicial deste trecho, sugerindo que o mesmo está abaixo da sua largura potencial (-6).	04
Estrutura, naturalidade e conectividade transversal da vegetação ripária.	A vegetação ripária foi substituída por espécies gramíneas em mais de 80% da área do corredor ribeirinho. Conforme observado na Figura 51, uma parcela que vinha sendo mantida como área de recuperação da vegetação ripária foi recentemente desmatada para a implantação do	03

sistema de tratamento de esgoto da CASAN (-6). A continuidade transversal do atual corredor ribeirinho é rompida por uma ponte (-1).

Total 13

Avaliação da qualidade da vegetação ripária no trecho 7: deficiente

Quadro 26 - Síntese da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – Trecho 7.

Indicador	Pontuação	Nível de qualidade
Qualidade funcional do sistema fluvial	07	Deficiente
Qualidade do canal fluvial	08	Deficiente
Qualidade do corredor ribeirinho	13	Deficiente
Qualidade hidrogeomorfológica do trecho	28	Deficiente



Figura 51-Trecho alterado do Córrego Grande. (A) lançamento de águas pluviais; (B) Vegetação removida e construções junto às margens do rio.

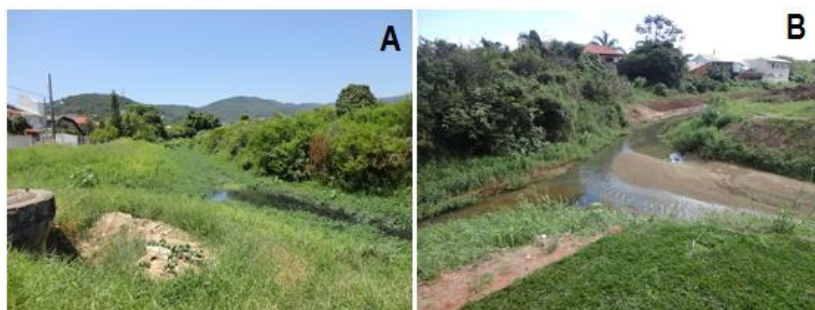


Figura 52 – Trecho alterado do Córrego Grande. (A) Vegetação no leito dificultando a mobilidade de sedimentos. (B) Banco de sedimentos junto ao entroncamento com o afluente Ana D'Ávila.

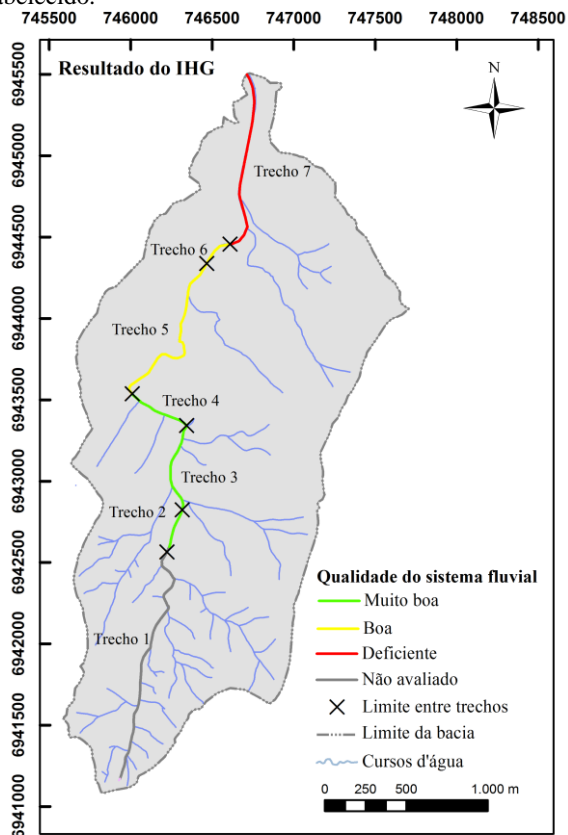
6.8 Visão Geral dos trechos avaliados

A partir da avaliação com o IHG observa-se que a qualidade ambiental do rio Córrego Grande é reduzida à medida que ele alcança os setores da bacia com menores elevações e que são ocupados pela urbanização, apresentando, inclusive, perda dos processos naturais dinâmicos que o configuram como rio quando ele atinge as áreas de planície. A referida perda de qualidade ambiental pode ser acompanhada no quadro síntese da aplicação do IHG ao rio Córrego Grande (Tabela 4) e na representação visual do estado hidrogeomorfológico de cada trecho estabelecido, conforme a Figura 53.

Tabela 4 - Resultado da aplicação do Índice Hidrogeomorfológico ao rio Córrego Grande – Pontuação geral e níveis de qualidade.

Trecho	Qualidade funcional do sistema fluvial	Qualidade do canal fluvial	Qualidade do corredor ribeirinho	Qualidade hidrogeomorfológica do trecho	Nível de qualidade do trecho
2	28	30	30	88	Muito boa
3	27	30	30	87	Muito boa
4	25	30	30	85	Muito boa
5	23	24	22	69	Boa
6	21	25	23	69	Boa
7	07	08	13	28	Deficiente

Figura 53 - Representação visual do nível de qualidade hidrogeomorfológica de cada trecho estabelecido.



Os trechos com qualidade hidrogeomorfológica *muito boa* (trechos 02, 03 e 04) percorrem um setor da bacia cujas elevações variam de 47 a 130 metros (modelado de dissecação em Outeiros), onde as classes de uso do solo são, predominantemente, áreas florestadas e antigas áreas de pastagem que, após abandonadas, iniciaram o processo de regeneração vegetativa. Nestes trechos, os parâmetros que indicam alterações hidrogeomorfológicas estão associados à qualidade funcional do sistema fluvial, mais especificamente às mudanças na quantidade de água que circula pelo sistema e às leves modificações na disponibilidade de sedimentos aportados pela bacia.

Os terrenos no setor da bacia que influenciam os trechos 2, 3 e 4 apresentam, em sua maior extensão, declividades entre 30 e 45 graus, embora nas áreas mais próximas ao rio Córrego Grande predominem encostas com declividades superiores a 45 graus, as quais delimitam seus vales encaixados. Esta característica dificulta a ocupação das áreas adjacentes ao curso d'água, constituindo-se em um elemento natural de proteção do ambiente fluvial. Entretanto, verifica-se que o processo de urbanização começa se aproximar deste setor da bacia, principalmente a partir dos divisores de água limitantes com o bairro Pantanal. No referido local foram encontrados alguns dos elementos que pressionam a qualidade funcional do sistema fluvial, tais como captação e armazenamento de água pela população local.

A partir do trecho 05 o rio Córrego Grande apresenta perdas hidrogeomorfológicas mais significativas, passando da qualidade *muito boa* para a *boa* (trechos 05 e 06). Essa redução é influenciada pela densa ocupação urbana que avança sobre as encostas da bacia, inclusive com ocupações em ambas as margens do rio. A análise dos elementos que pressionam o sistema mostra que, além da qualidade funcional do sistema, os prejuízos nestes trechos relacionam-se também à qualidade do canal e do corredor ribeirinho.

No que se refere à funcionalidade do sistema tem-se que a ocupação urbana promove o aumento da área impermeabilizada, o que reduz de infiltração e, conseqüentemente, aumenta o escoamento superficial em eventos chuvosos. Como resultado, a recarga subterrânea é reduzida e provoca menor escoamento de base em períodos secos. A abertura das estradas verificadas neste setor da bacia causa modificações no funcionamento da drenagem natural, visto que atuam como diques elevados em relação aos terrenos adjacentes contribuindo, inclusive, para a retenção de sedimentos aportados pela bacia. Ademais, a ocupação urbana promove a retirada de camadas superficiais do solo, potencializando os processos erosivos e a quantidade de sedimentos disponíveis ao sistema fluvial. Essa situação é agravada pela oferta de sedimentos antropogênicos gerados no processo de urbanização e trazidos pela drenagem. Tem-se, portanto, alterações na disponibilidade e na mobilidade de sedimentos decorrentes da urbanização.

Situação semelhante ocorre com a qualidade dos canais, os quais sofrem modificações pontuais no seu traçado em função das infraestruturas de pontes construídas para permitir a expansão urbana. Essas infraestruturas tendem a acumular detritos trazidos de trechos à

montante obstruindo o fluxo natural. Como resultado tem-se um leve rompimento da continuidade longitudinal do rio Córrego Grande.

Os diferentes usos da terra adotados neste setor da bacia ao longo do tempo têm reflexos, ainda, sobre a funcionalidade do corredor ribeirinho, o qual se apresenta com largura abaixo da potencial. Virgílio Várzea (1900) já relatava as transformações biofísicas da bacia em função do uso da terra predominantemente rural, inclusive com desflorestamentos em áreas de nascentes do rio Córrego Grande. Com o passar do tempo alguns usos foram abandonados e a faixa de vegetação ripária foi se recuperando. Entretanto, com a consolidação de áreas urbanas iniciadas na década de 1960, o corredor ribeirinho teve seu espaço bastante reduzido. Como resultado estas áreas apresentam atualmente um corredor ribeirinho com funções ambientais bastante limitadas, principalmente no que se refere à largura potencial e à continuidade longitudinal, os quais são importantes elementos de proteção do sistema fluvial e da manutenção de sua biodiversidade.

O trecho 7 apresentou estado de qualidade *deficiente*, o que representa a pior qualidade hidrogeomorfológica do rio Córrego Grande. Esta situação é dada pelas condições físicas da bacia associadas à grande pressão pela ocupação urbana existente.

Em termos pedológicos, a área é constituída por solos minerais hidromórficos denominados gleissolos, os quais se caracterizam por manter o lençol freático bem próximo à superfície sendo, portanto, mal drenados. Geomorfologicamente, a área é caracterizada por uma planície, pouco dissecada com declividades quase nulas. Este quadro sugere a necessidade de drenagem da superfície quando se pretende destinar a área à ocupação urbana, tal como aconteceu neste setor da BHCG. A drenagem da superfície ocorreu a partir modificação completa da morfologia do canal fluvial. As intervenções se constituíram no alargamento e aprofundamento da calha, visando aumentar a sua capacidade para conter a água que escoava pela planície e na alteração do traçado em planta, com corte de pequenos meandros para aumentar a velocidade do escoamento. Tais ações resultaram no aumento da amplitude das descargas locais e permitiram a ocupação de maiores áreas pela urbanização, inclusive com adensamento urbano nas margens do canal. O adensamento urbano interfere nas funcionalidades da planície de inundação, tais como dissipação de energia e decantação de sedimentos em descarga de cheia. Além disso, provocam um incremento na quantidade de sedimentos que depositam no leito. Estes sedimentos são produzidos pelo processo de urbanização e carregados pelo

escoamento superficial. Como resultado, são necessárias sucessivas dragagens para remover o excesso de sedimentos e evitar a obstrução do canal. As dragagens interferem na rugosidade do leito, alterando a sequência natural de depressões e soleiras do fundo do canal e destruindo habitats naturais. Ademais, o material retirado é depositado nas margens do rio, e acaba atuando como diques marginais que restringem a mobilidade lateral do canal. Registra-se, ainda, a maior deterioração corredor ribeirinho do rio Córrego Grande, inclusive em caráter permanente, devido às restrições impostas pela ocupação urbana. Em suma, a urbanização não apenas descaracterizou o ambiente fluvial do rio Córrego Grande neste trecho como exerce pressão permanente à recuperação dos processos dinâmicos fluviais.

6.8.1 Identificação de problemas

Com base nos resultados obtidos com o IHG foi possível comparar a situação biofísica existente no ambiente fluvial do Córrego Grande com uma condição de referência. Tal condição foi dada pelo estado de qualidade esperado para ambientes não impactados por ações humanas, o qual é considerado no IHG como aquele que obtém a pontuação máxima em cada um dos parâmetros avaliados. As condições de referência são apresentadas nesta etapa do trabalho como a situação desejada para o ambiente fluvial do Córrego Grande, as quais estão listadas no Quadro 27.

Quadro 27 – Condição esperada para ambientes fluviais não impactados por ações humanas.

Parâmetro	Condição de referência / situação desejada
Qualidade funcional do sistema fluvial	
Naturalidade do regime caudal hídrico	Tanto o volume hídrico que circula pelo trecho avaliado como a sua distribuição temporal e seus processos extremos respondem à dinâmica natural.
Disponibilidade e mobilidade de sedimentos	Os sedimentos aportados pela bacia chegam ao trecho avaliado sem retenção de origem antrópica e o sistema fluvial exerce sem impedimentos a função de mobilizá-los e transportá-los.
Funcionalidade da planície de inundação	A planície de inundação pode exercer sem restrição antrópica suas funções naturais de dissipação de energia em descargas de cheia, redução de picos de cheia e decantação de sedimentos.

Qualidade do canal

Naturalidade do traçado e da morfologia em planta	O traçado do canal se mantém natural e a morfologia em planta apresenta aspectos e dimensões de acordo com as características da bacia e do vale e com o funcionamento natural do sistema.
Continuidade e naturalidade do leito e dos processos longitudinais e verticais	O canal é natural e contínuo e os seus processos hidrogeomorfológicos longitudinais e verticais são funcionais, naturais e de acordo com as características da bacia e do vale, do substrato, da declividade e do funcionamento hidrológico.
Naturalidade das margens e mobilidade lateral	O canal pode mover-se lateralmente sem impedimentos e apresenta margens naturais com morfologia de acordo com os processos hidrogeomorfológicos de erosão e sedimentação.

Qualidade do corredor ribeirinho

Continuidade longitudinal do corredor ribeirinho	O corredor ribeirinho é contínuo ao longo de todo o trecho e em ambas as margens do leito menor sempre que os aspectos geomorfológicos do vale permitam.
Largura do corredor ribeirinho	O corredor ribeirinho conserva sua largura potencial ao longo do trecho avaliado e em ambas as margens.
Estrutura, naturalidade e conectividade transversal da vegetação ripária.	A vegetação ripária conserva boa estrutura interna, naturalidade das espécies e conexões com o canal.

Fonte: OLLERO et al.(2009)

A comparação das condições desejadas com a situação atual avaliada na BHGC permitiu a identificação dos impactos sobre a qualidade biofísica do Rio Córrego Grande, conforme o Quadro 28.

Quadro 28 - Síntese dos impactos identificados com apontamentos sobre os trechos do rio onde eles se refletem e a natureza de cada impacto.

Impacto Observado	Natureza do Impacto	Trechos em que refletem
Redução no caudal hídrico	Hidrológico	2; 3; 4; 5; 6; 7
Elevação dos picos de descarga	Hidrológico	5; 6; 7
Variações na disponibilidade de sedimentos	Hidrológico/geomorfológico	2; 3; 4; 5; 6; 7

Elevação da velocidade do escoamento em trechos retificados	Hidrológico/Geomorfológico	7
Redução da área da planície de inundação	Hidrológico/Biológico	7
Redução do comprimento do canal	Geomorfológico	7
Perda de pequenos meandros	Geomorfológico	7
Aprofundamento e alargamento do canal	Geomorfológico	7
Redução da rugosidade do leito	Geomorfológico	7
Perda de mata ciliar	Biológico	5; 6; 7

6.8.2 Identificação da escala dos processos

Identificados os problemas que impactam a qualidade biofísica do rio Córrego Grande fez-se necessário identificar a escala em que os processos ocorrem, visto que muitos dos impactos observados nos ambientes fluviais não envolvem diretamente os canais fluviais, mas têm seus efeitos refletidos neles. Esta ideia está intimamente ligada ao continuum fluvial (VANNOTTE et al. 1980), onde múltiplos eventos físicos, químicos e biológicos ocorrem continuamente tanto no canal como na planície de inundação, sendo a bacia hidrográfica considerada a escala macro de integração de processos que ocorrem no sistema fluvial.

Brierley & Fryirs (2000) ressaltam a importância das relações espaciais dos processos fluviais e consideram que a definição de diferentes escalas para priorizar as estratégias de gestão é a base para efetivas ações de reabilitação de ambientes fluviais. Os autores destacam algumas dos benefícios observados na escala da bacia e na escala do canal, conforme segue:

Escala da Bacia:

- Define o limite para o processo de produção de sedimentos e do escoamento em canais, sendo uma unidade natural de organização para a rede de canais.
- Possibilita avaliar os processos de erosão das encostas.
- Integra aspectos geomorfológicos, hidrológicos e biológicos, favorecendo o planejamento de projetos de reabilitação.
- Permite a avaliação do que é possível em termos de intervenção antrópica sem que os fluxos biofísicos da bacia hidrográfica

sejam prejudicados, tendo em conta o que é socialmente aceitável.

Escala do Canal:

- Fornece informações detalhadas sobre o transporte de sedimentos em um local específico, o que permite estimar a oferta de sedimentos na escala da bacia hidrográfica.
- Fornece uma perspectiva das condições ideais de habitats e de como essas condições interagem com a morfologia e o regime de fluxo local.
- Permite determinar possíveis aplicações de manejo à solução de problemas numa área específica, já que tendências à degradação estão ligadas às particularidades de cada trecho.

De acordo com o exposto, ao pensar em maneiras de reestabelecer elementos impactados do sistema fluvial é fundamental que se reconheça a dependência dos processos hidrogeomorfológicos aos níveis da bacia hidrográfica e diferenciá-los daqueles ocasionados por intervenções em escala local, isto é, diretamente sobre o canal. Ao considerar a dependência dos processos no sistema fluvial é possível atuar sobre as causas do problema criando condições para a readaptação do rio ao seu ambiente, permitindo que ele próprio atue como um componente dinâmico na paisagem, a qual está em constante evolução.

Após uma análise de cada um dos impactos observados no rio Córrego Grande identificou-se a escala em que ocorrem os processos que impactam a qualidade do sistema fluvial, conforme apresentado no Quadro 29.

Quadro 29 - Impactos observados no ambiente fluvial do Córrego Grande relacionados aos trechos de ocorrência e à escala dos processos.

Impacto Observado	Natureza do Impacto	Trechos em que refletem	Escala em que ocorrem os processos
Redução no caudal hídrico	Hidrológico	2; 3; 4; 5; 6; 7	Bacia e canal
Elevação dos picos de descarga	Hidrológico	5; 6; 7	Bacia
Variações na disponibilidade de sedimentos	Geomorfológico e Hidrológico	2; 3; 4; 5; 6; 7	Bacia
Elevação da velocidade do escoamento em	Hidrológico e Geomorfológico	7	Bacia e Canal

trechos retificados			
Redução da área da planície de inundação	Hidrológico e Biológico	7	Bacia e canal
Redução do comprimento do canal	Geomorfológico	7	Canal
Perda de pequenos meandros	Geomorfológico	7	Canal
Aprofundamento e alargamento do canal	Geomorfológico	7	Canal
Redução da rugosidade do leito	Geomorfológico	7	Bacia e canal
Perda de mata ciliar	Biológico	5; 6; 7	Bacia

7 PERSPECTIVAS DE RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE HIDROGEOMORFOLÓGICA DOS TRECHOS ESTUDADOS

Conhecidos os impactos causados pelas ações humanas em cada um dos trechos avaliados e a escala de ocorrência dos processos, avaliam-se as possibilidades de restabelecimento dos elementos impactados no sistema fluvial. Esta etapa é realizada a partir do agrupamento de trechos enquadrados em um mesmo intervalo de qualidade hidrogeomorfológica, os quais indicam o seu potencial de recuperação. Conforme o guia visual apresentado (Figura 53) a qualidade hidrogeomorfológica dos trechos é representado por cores, conforme segue:

 Muito boa  Boa  Deficiente

As possibilidades de restabelecer componentes impactados do sistema fluvial são avaliadas com base nas restrições impostas pelas intervenções humanas na bacia hidrográfica ou diretamente sobre o canal fluvial. Cabe ressaltar que não pertence ao escopo desta pesquisa o detalhamento de técnicas de revitalização fluvial, mas sim a sugestão de medidas para a conservação e/ou reparação de componentes do sistema fluvial essenciais ao bom funcionamento da dinâmica hidrogeomorfológica.

7.1 Trechos com qualidade hidrogeomorfológica muito boa

 *Trechos 2, 3 e 4*

A avaliação com o IHG indica que os trechos 2, 3 e 4 têm qualidade hidrogeomorfológica muito boa, embora apresentem leves ameaças de degradação representadas pela redução de caudal hídrico e por variações na disponibilidade de sedimentos. Sabe-se que estes impactos estão relacionados a processos que ocorrem na escala da bacia hidrográfica e, portanto, é preciso pensar em possibilidades condizentes a esta escala para o restabelecimento dos elementos impactados, a fim de respeitar as relações espaciais dos processos fluviais.

Os trechos em questão referem-se a canais em condições naturais e com alta capacidade de manutenção de sua morfologia, visto que são canais confinados em vales rochosos, expostos a controles estruturais e que apresentam declividades elevadas capazes de transportar a maior parte dos sedimentos produzidos pela bacia. Estas condições, associadas

ao bom estado da cobertura vegetal da bacia naquele setor, sugerem que as ações para restabelecer os elementos impactados do sistema sejam voltadas à conservação do ambiente, de modo a prevenir a inclusão de novos elementos de estresse ao sistema fluvial, garantindo o potencial de autorrecuperação de sua dinâmica hidrogeomorfológica.

Vale ressaltar que as ações ligadas à preservação do caudal hídrico e da disponibilidade de sedimentos foram descartadas, visto que neste setor da bacia ocorreu supressão de vegetação para atividades agrícolas em décadas passadas e que atualmente existem pequenas áreas ocupadas pela urbanização em setores da encosta próximos ao bairro Pantanal. Em outras palavras, não é possível atuar de forma preventiva sobre elementos que já sofreram transformações pela ação humana.

Nesse sentido considera-se a conservação do ambiente uma possibilidade mais realista aos trechos em análise, por duas razões principais: a conservação admite a correção de danos ao sistema pelo simples abandono ou pelo controle das atividades degradantes, sem a necessidade de medidas estruturais de manejo, assegurando condições à manutenção da incessante busca por adaptação do rio ao ambiente físico da bacia, conferindo assim próprio a ação de mitigar os impactos negativos existentes e readquirir as suas funções ecossistêmicas; e inclui a prevenção sobre elementos não impactados do sistema fluvial, tal como é o caso da morfologia do canal dos trechos aqui discutidos, a fim de evitar impactos adicionais ao sistema, mantendo as condições necessárias para que o rio desenvolva a sua dinâmica natural.

Com base no exposto, entende-se ser possível conduzir os trechos em análise para um estado semelhante ao que prevalecia antes das ações humanas na bacia, porém sem que este estágio seja alcançado. Em outras palavras, descarta-se a ideia de restauração para admitir a possibilidade de revitalização fluvial, na qual as ações permitam a manutenção de elementos não impactados do sistema e/ou a correção de componentes com bom potencial de recuperação. Dessa maneira, é possível garantir uma dinâmica fluvial de qualidade elevada que proporcione aos ecossistemas condições ao aumento na diversidade de espécies e na sua função de produzir biomassa.

Partindo-se do pressuposto que a conservação está compreendida no conceito de revitalização fluvial adotado para esta pesquisa, apresentam-se as seguintes recomendações à revitalização dos trechos 2, 3 e 4:

- Mapear e sinalizar as áreas com cobertura vegetal a serem conservadas, visando garantir o equilíbrio hidrológico do sistema e controlar os processos erosivos da bacia;
- Conter as desconexões entre as vertentes e os canais fluviais por intermédio de ações preventivas à ocupação desordenada das encostas;
- Regulamentar e estabelecer limites à captação de água de nascentes, embora estas captações não sejam previstas no sistema de abastecimento oferecido pela CASAN.
- Criar um corredor ecológico conectando dois ecossistemas que compõem as áreas de preservação do município: Unidade de Conservação (UC) do Maciço da Costeira à UC do Manguezal do Itacorubi, a fim de proporcionar a reconexão longitudinal do corredor ribeirinho e permitir o fluxo de germoplasma entre estes ecossistemas.

7.2 Trechos com qualidade hidrogeomorfológica boa

Trechos 5 e 6

Os trechos 5 e 6 apresentam bom estado de qualidade hidrogeomorfológica. Os impactos do sistema fluvial refletidos nestes trechos são: perda de mata ciliar, redução no caudal hídrico, variações na disponibilidade de sedimentos e aumento dos picos de descarga. Todos estes problemas guardam relações com processos que ocorrem na escala da bacia hidrográfica, embora as reduções de caudal hídrico ocorram também por intervenções diretas sobre canal fluvial. Nesse sentido, é preciso integrar as escalas da bacia e do canal para conservar os elementos não impactados do ambiente fluvial do Córrego Grande e estudar possibilidades de reverter aqueles impactados por alterações humanas.

Importa destacar que os trechos 5 e 6 apresentam características e comportamentos geomorfológicos distintos entre si, uma vez que o trecho 5 desenvolve-se em área dominada por modelados de dissecação enquanto o trecho 6 ocorre em um modelado de acumulação. Entretanto, ambos são governados por processos naturais da bacia e apresentam morfologias de canais bem próximas às naturais: o trecho 5 desenvolve-se em um vale encaixado em substrato rochoso sob forte influência dos controles estruturais; o trecho 6, apesar de ser um canal aluvial, devido à boa declividade do terreno, o que permite o escoamento hídrico em um leito naturalmente encaixado em mobilidade lateral,

evitando intervenções humanas destinadas à estabilização do canal. Além disso, a faixa de mata ciliar regenerada deste trecho atua no controle da erosão das margens. Desta maneira, no que diz respeito à qualidade do canal, entende-se que os aspectos geológicos e geomorfológicos da bacia proporcionam um ambiente favorável à manutenção da sua morfologia, principalmente para o trecho 5, o qual se desenvolve sobre laje granítica. O trecho 6, apesar de manter a morfologia do canal em equilíbrio, é mais susceptível a impactos quando comparado aos trechos à montante, visto que assume a condição de canal aluvial, bastante dependente da presença de mata ciliar.

Apesar de ter ocorrido regeneração vegetativa, a mata ciliar se apresenta com largura abaixo do potencial para a área estudada, inclusive com descontinuidades longitudinais em determinados trechos urbanizados, ameaçando a qualidade ecológica do ambiente pelo rompimento do fluxo de germoplasma. Ademais, ocorrem espécies exóticas misturadas com a vegetação nativa, indicando uma inadequação das espécies vegetais ao meio ribeirinho. Neste sentido, avalia-se que a conservação ambiental é a estratégia mais indicada para evitar a deterioração do canal nestes trechos, podendo ser pensada em conjunto com a recuperação da qualidade do seu corredor ribeirinho.

A redução na quantidade de caudal hídrico provém de processos que ocorrem tanto na escala local, pela captação direta de águas de nascentes, quanto na escala da bacia, pelo armazenamento de água para dessententação de animais e pela criação de áreas impermeáveis. Possivelmente, a regulamentação e o estabelecimento de limites à captação de água de nascentes reduzam os impactos observados na escala local. Por outro lado, entende-se que os processos que ocorrem na escala da bacia precisam ser cuidadosamente avaliados, procurando-se respeitar a adequação de usos da terra às características físicas da bacia, a fim de prevenir que os impactos sejam potencializados. Sabe-se que impermeabilização da bacia, além de reduzir os níveis de base do canal fluvial em período secos, está relacionada com os outros impactos identificados nos trechos 5 e 6: aumento dos picos de descarga em eventos chuvosos e modificações na disponibilidade de sedimentos.

Tendo em vista a impossibilidade de retornar às condições biofísicas da bacia anteriores à impermeabilização, considera-se a consolidação urbana como um fator restritivo ao restabelecimento dos componentes impactados do sistema fluvial, isto é, uma condição que impossibilita a restauração fluvial dos trechos em análise. Por outro lado,

a integração das qualidades parciais do sistema referidos no IHG indica que ambos os trechos apresentam boa condição hidrogeomorfológica, o que permite pensar em estratégias de conservação ambiental. Neste caso, atenção especial precisa ser dada ao corredor ribeirinho, o qual, apesar de apresentar-se com largura abaixo do potencial, atua como um *buffer* ao curso d'água capaz de amenizar os impactos causados pela urbanização e evitar o desenvolvimento de novas instabilidades, garantindo a boa qualidade do sistema fluvial. Além disso, não é possível obter sucesso na revitalização fluvial em um cenário onde persistam as mesmas agressões que causaram danos à qualidade do sistema. Dessa forma, é importante promover o uso sustentável da bacia hidrográfica, a partir da integração das questões sociais e econômicas com a função ecológica da bacia. Para tanto, são sugeridas as seguintes estratégias de revitalização:

- Delimitar e sinalizar as áreas de proteção de vegetação ripária, a fim de evitar novos desmatamentos e ocupação;
- Mapear e sinalizar as áreas de encostas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos solos e dos recursos hídricos.
- Promover ações de fiscalização, visando controlar os usos e ocupações irregulares da bacia;
- Reintroduzir espécies nativas em áreas desmatadas;
- Controlar o crescimento de espécies exóticas;
- Estimular ações socioeducativas visando à conscientização da comunidade acerca da importância da conservação.
- Substituir as pontes e travessias por estruturas que permitam a conexão longitudinal do corredor ribeirinho e do leito fluvial.
- Criar um corredor ecológico ligando a UC do Maciço da Costeira à UC do Manguezal do Itacorubi, a fim de permitir o fluxo de germoplasma entre estes dois ecossistemas.

7.3 Trecho com qualidade hidrogeomorfológica deficiente



Trecho 7

A aplicação do IHG apontou numerosos impactos ao sistema fluvial do Córrego Grande refletidos no trecho 7 indicando péssima qualidade hidrogeomorfológica, inclusive com impossibilidade de restabelecimento de alguns elementos importantes ao funcionamento da dinâmica fluvial. Os danos relacionam-se com interferências no funcionamento hidrológico e geomorfológico causadas pela urbanização

da bacia e por intervenções sobre o próprio canal fluvial. Dentre os impactos observados no trecho 7, os seguintes ocorrem por processos desenvolvidos na escala da bacia:

- Elevação dos picos de descarga;
- Variações na disponibilidade de sedimentos;
- Redução no caudal hídrico;
- Perda de mata ciliar;
- Elevação da velocidade do escoamento;
- Redução da área da planície de inundação.

É importante observar que em razão dos trechos do canal não se encontram isolados um do outro, os resultados das transformações da bacia tendem a ser refletidos em trechos a montante e a jusante da área transformada. Isso se aplica tanto aos impactos negativos como às ações definidas para a reparação dos danos.

No caso do Córrego Grande a urbanização ocupa áreas que se desenvolvem desde a média encosta até a planície, onde se encontra o maior adensamento urbano da bacia. Nesse sentido, se por um lado o grau dos impactos ao ambiente fluvial aumenta à medida que o rio alcança a área de planície, por outro lado, as possibilidades de revitalização diminuem, haja vista a substituição de usos passíveis de conservação por uma condição de bacia urbana, a qual assume caráter restritivo à recuperação dos elementos danificados do sistema. Sendo assim, entende-se que as medidas de conservação sugeridas para amenizar os impactos a montante do trecho 7 (redução no caudal hídrico, elevação dos picos de descarga, variações na disponibilidade de sedimentos e perda de mata ciliar) são necessárias para garantir a qualidade daqueles trechos e ao mesmo tempo fundamentais para não elevar o grau de comprometimento da qualidade do trecho 7.

Alguns dos impactos observados são iniciados por processos na escala da bacia e se intensificam com as intervenções diretas sobre os canais fluviais. Este é o caso do impacto inventariado como *aumento da velocidade de escoamento*, o qual tem início com a impermeabilização da bacia e é potencializado ao atingir o trecho alterado do rio, devido à redução da extensão do curso e consequente aumento de declividade. O mesmo ocorre com a *redução da área da planície de inundação*. À medida que a ocupação urbana foi se expandindo sobre a BHCG as áreas inundáveis do canal fluvial perderam espaço. Atualmente, o antigo espaço inundável do sistema fluvial, que deveria cumprir com as funções de dissipação de energia e de decantação de sedimentos em

descargas de cheia, encontra-se aterrado e impermeabilizado com infraestruturas urbanas. Em eventos de inundação, o fluxo hídrico tende a circular com maior energia sobre a área construída, aumentando o seu potencial erosivo e, conseqüentemente, o volume de sedimentos em seu meio. Quando ocorre o recuo do volume hídrico extravasado, são inseridos sedimentos no curso d'água provenientes da planície, alterando a distribuição longitudinal e a variedade de classes granulométricas dos sedimentos disponíveis ao canal fluvial.

Aos impactos supracitados adicionam-se àqueles cujos processos degradantes ocorreram na escala local, isto é, os impactos promovidos por intervenções diretas sobre o canal:

- Redução do comprimento do canal;
- Perda de pequenos meandros;
- Aprofundamento e alargamento do canal;
- Redução da rugosidade do leito;

Estratégias para a revitalização fluvial são normalmente apontadas na literatura como ações destinadas a reverter pressões ao sistema fluvial, visando permitir que o rio desenvolva, mesmo que parcialmente, o seu trabalho hidrogeomorfológico. Algumas das ações sugeridas são: reconstrução de meandros em canais retificados, recuperação de canais abandonados, rebaixamento e reconexão de terrenos inundáveis ao curso d'água e aciação de zonas úmidas (KELLER, 1976; OLLERO, 2008;). Para todas estas alternativas, a condição urbana da bacia do Córrego Grande aparece novamente como um fator restritivo. Isso porque, para que o curso d'água realize a sua busca por equilíbrio dentro do sistema, ele necessita de espaço dentro da paisagem. Conforme observado na evolução de usos da terra da bacia, o ambiente fluvial ocupava ampla área da planície e era constituído de zonas úmidas e caminhos preferenciais de escoamento superficial. Esta paisagem foi amplamente transformada a partir de aterros que deram lugar a uma paisagem urbana consolidada, impossibilitando a retomada de espaços amplos e contínuos necessários ao restabelecimento de processos naturais do sistema fluvial.

Nesse sentido, depreende-se que a partir do momento em que o ambiente fluvial foi transformado, passou a constituir a paisagem urbana, surgiu uma nova dinâmica, diferente daquela encontrada em seu ambiente natural. Nessa nova dinâmica, a drenagem urbana e os arruamentos atuam como vias de transporte dos volumes líquidos e sólidos da bacia em eventos chuvosos, os quais são direcionados aos cursos d'água, alterando a sua funcionalidade. Ademais, as intervenções

humanas realizadas diretamente sobre a calha fluvial para suportar as mudanças comprometem elementos geomorfológicos fundamentais ao funcionamento fluvial, levando os cursos d'água a assumirem, exclusivamente, o papel de canais de escoamento quando inseridos na paisagem urbana.

Um ponto importante é que a transformação do rio Córrego Grande em um canal de escoamento foi planejada e desenvolvida como a condição necessária ao desenvolvimento urbano da bacia. Nesse sentido, conclui-se, que as sucessivas intervenções que o guiaram até a sua condição atual não oferecem potencial de recuperação à dinâmica natural do sistema fluvial. Entende-se, portanto, que o trecho 7 não admite possibilidades de revitalização no conceito em que o termo foi adotado para esta pesquisa, visto que a transformação do curso d'água em um canal de escoamento seguida pela consolidação urbana do seu entorno restringe o *redirecionamento da trajetória de evolução do sistema degradado para aproximá-lo do sistema de referência*, uma vez que esta referência constitui-se em um ambiente não urbanizado.

Entende-se, neste caso, que é possível pensar em ações para atenuar o atual estado de qualidade do sistema tendo-se em conta que elas serão determinadas pelas atuais interações biofísicas da bacia em conjunto com as restrições impostas pela urbanização. Embora não resultem em revitalização fluvial, estas ações podem reduzir os impactos sobre a dinâmica hidrogeomorfológica e, por conseguinte, proporcionar aos ecossistemas urbanos um aumento na riqueza de espécies e na produção de biomassa. Desse modo, concorda-se com Rhoads (2008) quando argumenta que a condição de rio natural na paisagem urbana não é alcançada, uma vez que o conceito de “natural” é um constructo social, onde cada comunidade negocia uma apropriada interação entre os componentes humanos e biofísicos na paisagem. Com referência a essa ideia e reconhecendo-se que as mudanças ocorridas na BHCG não suportariam o seu retorno às condições anteriores ao distúrbio, as recomendações para o trecho 7 não objetivam mover o sistema em direção a um estado de referência baseado na condição pré-urbana. Ao invés disso, procura-se afastá-lo da condição atual, buscando alternativas que propiciem um ambiente fluvial diverso em termos hidrológicos e geomorfológicos, no entanto dinamicamente equilibrado e capaz de suportar a biodiversidade dentro do contexto urbano. Nesse sentido, são apresentadas as seguintes recomendações para a melhora da qualidade fluvial do trecho 7:

- Delimitar e sinalizar as áreas de proteção de mata ciliar, a fim de evitar novos desmatamentos e a ocupação em áreas do corredor ribeirinho;
- Recuperar a vegetação ripária em áreas remanescentes do corredor ribeirinho, visando controlar o afluxo direto de sedimentos para o canal fluvial.
- Mapear e sinalizar as áreas da bacia sujeitas a restrições de usos, com vistas à proteção dos solos e dos recursos hídricos.
- Reintroduzir espécies nativas em áreas protegidas da bacia onde ocorreram desmatamentos e controlar o crescimento de espécies exóticas.
- Criar estruturas para a retenção de sedimentos trazidos pelas águas pluviais que escoam pela superfície antropizada da bacia, a fim de prevenir que estes sedimentos sejam depositados no canal fluvial.
- Promover ações de fiscalização visando controlar os usos e ocupações irregulares da bacia;
- Estimular ações socioeducativas visando à conscientização da comunidade acerca da importância da conservação do ambiente fluvial.
- Criar um corredor ecológico entre a UC do Maciço da Costeira a UC do Manguezal do Itacorubi, a fim de proporcionar a reconexão longitudinal do corredor ribeirinho e permitir o fluxo de germoplasma entre estes ecossistemas.

7.4 Avaliação da adequação do Parque Linear Córrego Grande como uma alternativa à revitalização fluvial

Em todos os trechos avaliados a criação de um corredor ecológico entre as Unidades de Conservação da Bacia do Itacorubi foi apontada como uma estratégia destinada a conectar o corredor ribeirinho e promover o fluxo de germoplasma. Nesse sentido, optou-se por introduzir nesta seção do trabalho o projeto do Parque Linear do Córrego Grande (PLCG) a fim de apresentar suas propostas e avaliar a sua adequação como um instrumento de revitalização fluvial.

O projeto do PLCG é uma iniciativa comunitária motivada pela percepção da comunidade acerca da degradação do rio e de suas áreas adjacentes. O projeto conta com a participação de um grupo multidisciplinar de profissionais e estudantes de diversas entidades: Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Associação de

Moradores do Sertão do Córrego Grande - AMOSC, Conselho Comunitário Flor da Ilha e Anchieta - CONFIA e Fórum da Bacia do Itacorubi. Processos técnicos e políticos foram realizados para a elaboração do Projeto de Lei junto à Prefeitura Municipal de Florianópolis, aprovado como Lei 9.455 em 23 de janeiro de 2014.

O objetivo principal do PLCG é recuperar a qualidade da água, mas insere-se nesta proposta a criação de um corredor verde de lazer ao longo de toda a extensão do rio Córrego Grande, conectando dois ecossistemas que compõem as áreas de preservação do município de Florianópolis: o Parque Municipal do Maciço da Costeira, onde se situam as nascentes do rio e o Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi, onde se localiza a sua foz (Figura 54).

Em seu Art. 3º a Lei 9.455/2014 define como objetivos do PLCG *“a criação e consolidação da interação de componentes ecossistêmicos – bióticos e abióticos, nas suas dimensões ambientais, estruturais, culturais, sociais, econômicas e estéticas, proporcionando a proteção das margens do elemento hídrico associado ao uso extensivo como espaço público de lazer, contemplação e educação ambiental, cumprindo com as seguintes finalidades”*:

I – ecológica-ambiental, compreendendo a conservação, recuperação e preservação de elementos hídricos e seu entorno, criando condições necessárias à proteção da flora, da fauna e do solo, revitalizando o ecossistema do rio e do manguezal;

II – paisagística, compreendendo a criação ou manutenção de meios ou equipamentos que permitam a fruição da paisagem, assim considerada a percepção estética e emocional de valores ambientais e culturais, dinâmicos ou estáticos;

III – de lazer, compreendendo a criação e manutenção de equipamentos de recreação, contemplação, cultura, esporte e práticas de sociabilidade;

IV – macrodrenagem, compreendendo a criação, implantação e manutenção de estruturas físicas que permitam o escoamento, infiltração, detenção e manejo das águas pluviais, com sustentabilidade; e

V – corredor de articulação multifinalitário, compreendendo integração com as políticas de conservação ambiental, mobilidade, segurança, educação, cultura, saúde, valorização econômica e atratividade turística.



Figura 54 - Corredor Ecológico proposto pelo Projeto Parque Linear do Córrego Grande. Fonte: Projeto Parque Linear do Córrego Grande, 2011.

De acordo com Floriano et al. (2011) a proposta do parque vai além da criação de um corredor verde ou ecológico, tendo como foco principal a aproximação de pessoas. Nesse sentido, foi desenhado para servir como um corredor de mobilidade interbairros cuja estrutura compreenderá a instalação de pistas de caminhadas, ciclovias, passarelas e equipamentos de lazer, os quais serão distribuídos ao longo de três setores estruturantes do projeto: Sertão do Córrego Grande, Fazendinha e Parque São Jorge.

Para o Sertão do Córrego Grande, área localizada na encosta da bacia, está prevista a construção da sede AMOSC junto a uma praça comunitária, além de infraestruturas de acesso à cachoeira do Poção, que incluem a construção de um pórtico de entrada, benfeitorias à trilha, instalação de lixeiras e a construção mirantes e banheiros públicos.

Para a área da Fazendinha está previsto um projeto paisagístico. Parte desta área foi utilizada para a construção de condomínios verticais pelas construtoras proprietárias, levando a comunidade a conquistar o direito a Medidas Compensatórias por intermédio de um Termo de Ajuste de Conduta – TAC mediado pelo Ministério Público Estadual. Dentre as Medidas Compensatórias conquistadas incluem-se o estudo de macrodrenagem da área da Fazendinha e seu entorno, a doação de 17 mil m² de áreas de APP às margens do Rio Córrego Grande para sua integração ao Parque Linear e a construção de passarelas para ciclistas e pedestres ligando as margens do Rio Córrego Grande.

Já nóloteamento Parque São Jorge está sendo construída pela CASAN uma Estação Elevatória de Esgoto, visando à despoluição do Rio Córrego Grande e do Manguezal do Itacorubi. Além disso, será desenvolvido um projeto para a construção de uma praça comunitária, onde se pretende incluir equipamentos de uso coletivo.

Conforme já foi discutido, a conservação de um rio como ecossistema e corredor ambiental na paisagem depende da proteção de sua dinâmica hidrogeomorfológica porque, conforme Ollero (2008) é essa dinâmica que garante a biodiversidade, a qualidade ambiental e a proteção de cada um dos elementos e suas inter-relações dentro do sistema. Nesse sentido, busca-se relacionar as características descritas para o projeto do PLCG com as condições de referência adotadas na avaliação da qualidade do sistema fluvial do Córrego Grande, visando avaliar a adequação do parque como uma alternativa à revitalização fluvial dentro do conceito em que o termo foi adotado para esta pesquisa.

No que se refere à promoção da mobilidade interbairros por intermédio de pistas de caminhadas, ciclovias e equipamentos de lazer distribuídos ao longo rio, avalia-se que a proposta está em desacordo com a situação desejada à proteção da qualidade hidrogeomorfológica. Isso porque a construção desses caminhos implica em desconexões laterais entre a ribeira e o canal podendo, inclusive, alterar a chegada lateral de sedimentos aportados pela bacia. Sendo assim, a proposta tende a impactar componentes relacionados à qualidade funcional do sistema e à qualidade do corredor ribeirinho.

Quanto à recuperação da qualidade da água, o projeto conta com o sistema de recolhimento de esgotos executado pela CASAN. Esta ação exigiu o desmatamento de uma área de APP nas margens do rio Córrego Grande para a construção de Estação Elevatória de Esgoto. Esta alternativa, embora avaliada necessária para recuperar a qualidade da água, exerce impactos sobre a naturalidade do regime caudal hídrico, visto que a vegetação ciliar atua no controle do ciclo hidrológico e sobre a disponibilidade e mobilidade de sedimentos. Assim, a supressão da vegetação torna a área desprotegida ao afluxo direto pela superfície das margens.

Para avaliar a adequação das propostas do Parque Linear do Córrego Grande como uma alternativa à revitalização fluvial é importante retomar o conceito adotado nesta pesquisa para o termo:

“Revitalização refere-se às ações de preservação e conservação de ambientes fluviais que propiciem condições para o sistema mover-se

para um estado mais dinâmico ecologicamente, no qual se priorize a diversidade de espécies e a função do sistema de produzir biomassa, além de ações de recuperação que visem redirecionar a trajetória de evolução de um sistema degradado, aproximando-o de sistema de referência”.

Com base neste conceito, entende-se que o PLCG não está focado em redirecionar a trajetória de evolução do sistema às condições próximas àquela encontradas na bacia antes da consolidação urbana, a qual representaria um sistema de referência. O que o projeto busca é remediar o atual estado de qualidade do ambiente fluvial integrando-o à paisagem urbana por intermédio de um corredor verde de lazer bastante focado na questão cênica.

Nesse sentido, o PLCGenquadra-se muito mais como uma alternativa à *naturalização*, conforme apresentado por Rhoads (2008), do que como alternativa à revitalização definida para esta pesquisa. Isso porque *“a própria concepção de “natural” em um contexto urbano é altamente variável e socialmente determinada, tendo mais a ver com os benefícios ambientais percebidos pela comunidade do que com algum objetivo padrão definido por especialistas”* (RHOADS, 2008, tradução do autor).

Ao comparar os objetivos da revitalização com o da naturalização, nota-se que existe um conflito no que se refere às dimensões ecológica e social. Entretanto, é importante destacar que processos de revitalização, com ou sem parques lineares, devem ser vistos como processos de melhoria da qualidade ambiental como um todo, envolvendo ambas as dimensões. O conhecimento da dinâmica hidrogeomorfológica desenvolvido nesta pesquisa constitui-se em uma base científica de apoio à tomada de decisões acerca de alterações no ambiente fluvial. Entretanto, tendo em vista que um curso d'água inserido na paisagem urbana faz parte da convivência da população, entende-se que as escolhas são feitas pela própria sociedade.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Córrego Grande exhibe ao longo de seu percurso diferentes morfologias de canal, sendo que os trechos inseridos em modelados de dissecação apresentam leito rochoso associado a vales encaixados, cujo padrão do canal é governado pelo controle tectônico ao qual a área é submetida. Isto significa que as sinuosidades observadas ao longo do rio estão muito mais relacionadas às intrusões de diabásio, às fraturas e às falhas geológicas do que aos ajustes laterais proporcionados pelo balanço entre a erosão e a sedimentação.

A morfologia de fundo do curso d'água está intrinsicamente ligada às dinâmicas ocorridas nas encostas, as quais são determinadas pelos aspectos biofísicos da bacia. Verifica-se que na BHCG a classe de solos mais expressiva é uma associação de podzólico vermelho-escuro, derivado dos diques de diabásio, com podzólico vermelho-amarelo, oriundo do granito ilha. Conforme Santos (1997), o diabásio possui grande teor de máficos, o que acelera o processo de oxidação e resulta na rápida desagregação da rocha. Essa característica torna o diabásio mais facilmente intemperizável do que os granitos, resultando em solos relativamente mais espessos, embora, ambos os solos derivados apresentem baixas espessuras. Por alterar-se a solos mais rapidamente, o diabásio encaixado nos granitos tende a provocar o deslocamento de grandes blocos rochosos, os quais se acomodam nas calhas de drenagem da BHCG. Há, ainda, um predomínio de granitos milonitizados e cataclasados de alta intemperização nas áreas de encosta. A combinação dessas características com o aspecto declivoso da bacia, principalmente em áreas marginais aos cursos d'água, tende a favorecer a mobilização de blocos rochosos e depositá-los no fundo do vale. Tem-se, portanto, que o intemperismo das rochas expostas fornece matacões e blocos rochosos ao leito fluvial. A energia de fluxo requerida para desalojar este material é substancialmente maior do que aquela normalmente verificada no rio Córrego Grande. Sendo assim, esses processos incorporam estruturas imbrincadas ou bloqueadas ao canal fluvial, os quais associados aos controles tectônicos exercidos na área definem a morfologia do leito nos trechos que fluem sobre os modelados de dissecação.

A avaliação com o IHG na extensão do Córrego Grande que flui sobre o Cristalino revela que os trechos 02 e 03 e 04 apresentam qualidade hidrogeomorfológica *muito boa* e que todos percorrem um setor da bacia onde as classes de uso do solo são, predominantemente,

áreas florestadas e antigas áreas de pastagem que, após abandonadas, iniciaram o processo de regeneração vegetativa. No trecho 05 o Córrego Grande apresenta perdas de qualidade hidrogeomorfológica mais significativas, passando a configurar *boa* qualidade fluvial. Essa redução é influenciada pela densa ocupação urbana que avança nas encostas da bacia, inclusive com ocupações em ambas as margens do rio. No que se refere às perspectivas de revitalização do curso d'água nestes trechos sugere-se a conservação ambiental, de modo a assegurar condições à manutenção da incessante busca do rio por adaptação ao ambiente físico da bacia, conferindo a si próprio a ação de mitigar os impactos negativos existentes e readquirir as suas funções ecossistêmicas. Inclui-se em conservação a prevenção dos elementos não impactados do sistema fluvial, caso da morfologia do canal dos trechos aqui discutidos, a fim de evitar impactos adicionais ao sistema e manter as condições necessárias para que o rio desenvolva a sua dinâmica natural.

No caso do modelado de acumulação presente na BHCG, os canais estão inseridos em uma vale aberto extenso e se desenvolvem em materiais inconsolidados, com maior sensibilidade aos processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos e, portanto, mais suscetíveis a controles em sua morfologia.

Predominam na área de planície solos minerais hidromórficos denominados gleissolos, os quais se caracterizam por manter o lençol freático bem próximo à superfície sendo, portanto, mal drenados. Até a década de 1960 a área de planície era composta por áreas úmidas ligadas por vários cursos de escoamento superficial, cujas superfícies foram drenadas para propiciar a ocupação urbana. A drenagem da superfície ocorreu a partir modificação completa da morfologia do Córrego Grande. As intervenções se constituíram no alargamento e aprofundamento da calha, visando aumentar a sua capacidade para conter a água que escoava pela planície, e na retificação do traçado em planta, com o corte de pequenos meandros para aumentar a velocidade do escoamento. Tais alterações têm resultado em um aumento das amplitudes de descargas locais e na ocupação de maiores áreas pela urbanização, inclusive com adensamento urbano nas margens do canal. O adensamento urbano interfere nas funcionalidades da planície de inundação, tais como dissipação de energia e decantação de sedimentos em descarga de cheia, e promove um acréscimo de carga sólida depositada no leito, principalmente pela inserção de sedimentos antropogênicos produzidos durante o processo de urbanização.

A carga sólida que alcança o curso d'água é incrementada pelas características dos solos mais abrangentes na BHCG. O podzólio vermelho-amarelo tende a oferecer maior resistência à erodibilidade quando preserva seu horizonte B, devido à coesão das argilas. Entretanto, verifica-se que a implantação de loteamentos urbanos nas áreas de encosta é responsável por desmatar grandes áreas e remover o horizonte B destes solos, implicando no aumento da erodibilidade e, consequentemente, em variações na quantidade de sedimentos aportados pela bacia. Já os podzólios vermelhos escuros apresentam um horizonte B textural, o que significa que sua textura arenosa teve incremento de argila que sobressai aos horizontes sub e sobrejacentes. Essa característica o torna bastante suscetível à erosão, principalmente em terrenos declivosos, tais como os que ocorrem na BHCG. Os sedimentos aportados tendem a ser transportados pelo escoamento superficial difuso e pelas correntes fluviais para setores de baixa declividade, contribuindo para o assoreamento do canal nas áreas de planície. Para amenizar essa situação, são necessárias sucessivas dragagens para remover o excesso de sedimentos e evitar a obstrução do canal. As dragagens interferem na rugosidade do leito, alterando a sequência natural de depressões e soleiras do fundo do canal e destruindo habitats naturais. Ademais, o material retirado é depositado nas margens do rio, e acaba atuando como diques marginais que restringem a mobilidade lateral do canal. Registra-se, ainda, a maior deterioração corredor ribeirinho do rio Córrego Grande, inclusive com elementos em caráter permanente, devido às restrições impostas pela ocupação urbana.

A avaliação com o IHG na extensão do Córrego Grande que flui sobre o modelado de acumulação revela que o trecho 06 mantém-se com *boa* qualidade hidrogeomorfológica apresentando uma pequena melhora na qualidade do canal e na qualidade do corredor ribeirinho quando comparado ao trecho 5, visto que este trecho localiza-se na área conhecida como Fazendinha, a qual mantinha-se sem ocupação urbana até o ano de 2012. Já para o trecho 7, o IHG apontou estado de qualidade *deficiente*, o que representa a pior qualidade hidrogeomorfológica do rio Córrego Grande apresentando, inclusive, perda dos processos naturais dinâmicos que o configuram como rio. Esta situação é dada pelas condições físicas da bacia anteriormente mencionadas associadas à grande pressão pela ocupação urbana existente.

No que se refere às perspectivas de revitalização do curso d'água, entende-se que a transformação do Córrego Grande (trecho 7) em um

canal de escoamento seguida pela consolidação urbana do seu entorno foi planejada e desenvolvida como a condição necessária à ocupação da planície. Nesse sentido, conclui-se, que as sucessivas intervenções que o guiaram até a sua condição atual não oferecem potencial de recuperação da dinâmica natural do sistema fluvial. Entende-se, portanto, que a consolidação urbana restringe a possibilidade de revitalização deste trecho no sentido em que o conceito foi adotado nesta pesquisa, visto que impossibilita o *redirecionamento da trajetória de evolução do sistema degradado ao sistema de referência*, o qual conserva os atributos biofísicos que configuram um curso d'água natural. Por outro lado, entende-se que é possível contar com ações de gestão capazes de atenuar o atual estado de qualidade do sistema tendo-se em conta que elas serão determinadas pelas atuais interações biofísicas da bacia em conjunto com as restrições impostas pela urbanização. Embora não resultem em revitalização fluvial, estas ações podem reduzir os impactos sobre a dinâmica hidrogeomorfológica e, por conseguinte, proporcionar aos ecossistemas urbanos um aumento na riqueza de espécies e na produção de biomassa.

Diante dos impactos observados no ambiente fluvial do Córrego Grande, conclui-se que é necessário buscar alternativas para a conservação das áreas menos impactadas e a reparação das áreas degradadas. Na medida em que os métodos de avaliação são capazes de apontar as pressões e os impactos sobre o sistema fluvial que possam afetar a funcionalidade de sua dinâmica, eles tornam a conservação ou recuperação desses ambientes mais eficazes. O índice de valoração hidrogeomorfológica - IHG proposto por Oller et al. (2007) permitiu diferenciar, por intermédio de um agrupamento dos parâmetros utilizados, qualidades parciais do sistema fluvial do Córrego Grande. A integração dessas qualidades promoveu uma visão global das condições do ambiente fluvial estudado. Esse modelo mostrou-se uma ferramenta de avaliação útil para os trechos avaliados no rio Córrego Grande, uma vez que detectou os elementos que pressionam a sua dinâmica hidrogeomorfológica e, por conseguinte, o seu funcionamento como um sistema. Ressalta-se que as maiores dificuldades encontradas dizem respeito à obtenção de registros históricos das modificações ocorridas na bacia estudada, os quais são utilizados como parâmetros de referência para a avaliação das atuais condições ambientais. Finalmente, pode-se concluir que a utilização do IHG por especialistas com conhecimentos em hidrologia e geomorfologia se constitui em um instrumento complementar à tomada de decisões, apontando se existe necessidade de

intervenções e o caráter das medidas a serem adotadas para a conservação ou a recuperação de áreas degradadas.

9 BIBLIOGRAFIA

AHERN, J. Greenways as a Planning Strategy. In: J. Fabos and J. Ahern (Editors). *Greenways: the Beginning of an International Movement*. Elsevier. Amsterdam: 131-155, 1995.

BARRELLA, W; PETRERE JR, M; SMITH, W.S; MONTAG, L.F. S. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2.ed. São Paulo, Edusp e Fapesp, 2ª ed, p. 187-207, 2009.

BASEI, M. A. S. O cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 185p. 1985.

BIGARELLA, J.J.; LEPREVOST, A.; BOLSANELLO, A. Rochas do Brasil. Rio de Janeiro: LTC/ADEA, 1985.

BINDER, W. Rios e Córregos, Preservar - Conservar – Renaturalizar. A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental - Rio de Janeiro: SEMADS, 41p.1998.

BOOTH, D; JACKSON, C. Urbanization of aquatic systems: degradation thresholds, stormwater detection and the limits of mitigation. *Journal of the American Water Resources Association*. 33: 1077-1090,1997.

BORGES, Raôni. Contribuição geográfica à conservação do Parque Municipal do Maciço da Costeira. Florianópolis, 2010. 99f. Trabalho de conclusão de curso (monografia). Curso de Geografia, Centro de Ciências Humanas e da Educação, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2010.

BRADSHAW, A.D. Underlying principles of restoration. *Canadian Journal of Fish and Aquatic Science* 53(Suppl. 1), 3–9, 1996.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986. Brasília. 1986.

BRICE, J.C. Channel patterns and terraces of the Loup Rivers in Nebraska. U.S. Geological Survey Professional papers, 422-D, pp 1-41, 1964.

BRIDGE, J.S. & DEMICCO, R.V. Earth surface processes, landforms and sediment deposits: 815 p., Cambridge, 2008.

BRIERLEY, G.J., FRYIRS, K.A. River Styles, a Geomorphic Approach to Catchment Characterization: Implications for River Rehabilitation in Bega Catchment, New South Wales, Australia. Environmental Management 25: 661–679, 2000.

_____ (2005) Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework. Blackwell Publications, Oxford, UK. 398p.

_____ (2008). River Futures: An Integrative Scientific Approach to River Repair. Island Press, Washington DC.

CAIRNS (Jr) J. Rationale for restoration. In Handbook of Ecological Restoration, Vol. 1: Principles and Restoration, Davy AJ, Perry, J (Eds). Cambridge University Press: Cambridge; 10–23, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, Ed da Universidade de São Paulo, 1974.

CLIMERH / EPAGRI / INMET. Estação climatológica principal de Florianópolis (São José) Série histórica de dados climatológicos.

CONAMA. Comissão Nacional do Meio Ambiente. Resolução 001 de Jan. 1986. Brasília,DF, 1986.

CORTES, R.M.V. Requalificação de Cursos de Água, Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro. Portugal, 87p, 2003.

COSTA, H. Enchentes no estado do Rio de Janeiro – Uma abordagem geral. SEMAD, PROJETO PLANÁGUA. Rio de Janeiro, 2001.

COSTA, L.M.S.A. Rios urbanos e o desenho da paisagem. In: COSTA, L.M.S.A. (org.) Rios e Paisagens Urbanas em cidades brasileiras. Rio de Janeiro: Viana & Mosley: Ed. PROURB, p.9-15, 2006.

CUNHA S.B. (ed.), Impactos ambientais das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do rio São João (Rio de Janeiro - Brasil). Rio de Janeiro, edição do autor, 378 p, 1995.

CRUZ, O. A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo: um estudo de geomorfologia costeira. Florianópolis: Editora da UFSC, 276p. 1998.
DARBY, S. E; SEAR, D. River Restoration: Managing the Uncertainty in Restoring Physical Habitat. John Wiley and Sons, Chicester, UK, 2008.

DÍAZ, B. E; OLLERO, A. Metodología para la clasificación geomorfológica de los cursos fluviales de la cuenca del Ebro. Geographalia, 47, 23-45, 2005.

DOWNS, P.W. ; GREGORY, K.J. River channel management. Towards sustainable catchment hydrosystems. Arnold, London, 2004.

DREW, D. Processos Interativos Homem-Meio Ambiente. Rio de Janeiro, 2. ed. Bertrand, Brasil S. A., 206 p. 1989.

DUTRA, S.J. A Bacia do Córrego Grande, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. Cap. 2: 31-46 In: SORIANO-SIERRA, E. J. e SIERRA DE LEDO, B. (Eds.). Ecologia e Gerenciamento do Manguezal do Itacorubi. NEMAR/CCB/UFSC. SDM/FEPEMA/ Florianópolis, Brasil, 1998.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Brasília: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, Produção de informações, Rio de Janeiro, EMBRAPA SOLOS, XXVI, 412p,1999.

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

ENVIRONMENT AGENCY .Rivers by design.Rethinking development and river restoration. A guide for planners, developers, architects and

landscape architects on maximizing the benefits of river restoration. Disponível em: www.environment-agency.gov.uk. Acesso em 10 de abril de 2013.

FERNANDEZ, O. V. Q.; REBELATTO, G. E; SANDER, C. Análise Quantitativa de Seções Transversais em Canais Fluviais. In Revista Brasileira de Geomorfologia, ano 2, nº 2, 2001.

FINDLAY, S. J.; TAYLOR, M. P. Why rehabilitate urban river systems?. Department of Physical Geography, Mcquarie University, NSW 2109, Australian, 2006.

FISRWG - Federal Interagency Stream Restoration Working Group Stream Corridor Restoration: Principals, Processes and Practices US Government Printing Office, Washington, DC, 1998.

FÓRUM DA BACIA DO ITACORUBI: Projeto: lançamento do Parque Linear Córrego Grande. Separata. Florianópolis, 2011.

FREYESLEBEN, L.M.C. Aspectos essenciais do ritmo climático de Florianópolis, Trabalho Técnico, 49 f. Florianópolis, UFSC, 1979.

FRIEDRICH, D. O Parque Linear Como Instrumento de Planejamento e Gestão das Áreas de Fundo de Vale Urbanas. Porto Alegre, RS [s.n.]. n.p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

GIANNINII, P.C.F. & RICCOMINI, C. Sedimentos e processos sedimentares. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R. & TAIOLI, F. (eds.) Decifrando a Terra. Oficina de Textos, p.167-179, 2000.

GORSKI, M. C. B. Rios e Cidades: Ruptura e Reconciliação. São Paulo, SP: Editora SENAC, 2010.

GUERRA, A. T; GUERRA, A.T.J. Novo dicionário geológico-geomorfológico. 8 ed – Rio de Janeiro: Berrand Brasil, 2010.

HERRMANN, M. L. de P. Aspectos Ambientais da Porção Central da Ilha de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, Dissertação de Mestrado

em Geografia. Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, 229 p,1989.

HERRMANN, M. L. de P; ROSA, R. O. Geomorfologia. Mapeamento Temático do Município de Florianópolis. Florianópolis, IPUF, IBGE, 17 p. 1991.

HINKEL R. Vegetação Ripária: funções e ecologia. In. I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas ripárias. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Catarina. Anais, pg.39-48, 2003.

IPUF – Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis. Atlas do Município de Florianópolis. Prefeitura Municipal de Florianópolis: Florianópolis, 2004.

JUNK W.J; BAYLEY P.B; SPARKS R.E.The flood pulse concept in river-floodplain systems.Can. Spec. Publ. Fish.Aquat. Sci., 106: 110-127. 1989.

JUNK, W. J. e WANTZEN K. M. The Flood Pulse Concept: New Aspects, Approaches, and Applications – an Update. In: R. L. Welcomme and T. Petr (eds.), Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries, Volume 2, Food and Agriculture Organization & Mekong River Commission, RAP Publication 2004/16, FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok., pp. 117–149.2004.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2 ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, p. 249-270 2001.

KELLER, E. A. Channelization: environmental, geomorphic and engineering aspects, pp. 115-140. In: Coates, D.R. (ed) Geomorphology and engeenering. Downden, Hutchinson, Ross, Penn. USA, 1976.

KOBIYAMA, M. Conceitos de zona ripária e seus aspectos geobiohidrológicos. In: SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA

FLORESTAL: ZONAS RIPÁRIAS. Anais Alfredo Wagner – SC. p. 1-13, 2003.

KOERICH, Francielle de Abreu. Transformações sócio-espaciais do Córrego Grande: década de 50 e dias atuais. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia) UFSC, Florianópolis, 2004.

_____ (2006) Conhecendo o bairro Córrego Grande. Projeto de extensão. Universidade Federal de Santa Catarina.

LEOPOLD, L. B., & WOLMAN, M. G. River channel patterns—braided, meandering, and straight: U. S. Geol. Survey Prof. Paper 282B, p. 39-85, 1957.

LIMA, W. P. Aspectos hidrológicos da recuperação de zonas ripárias degradadas. In: V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas. Belo Horizonte. V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas - Água e Biodiversidade. Curitiba - PR : SOBRADE -Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas. v. 1. p. 170-174, 2002.

LIMA, W.P. & ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO-FILHO, H.F. (ed.). Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo, Edusp e Fapesp, 2ª ed, p.33-44, 2009.

LORD, M.L., GERMANOSKI, D., ALLMENDINGER, N.E. Fluvial geomorphology: Monitoring stream systems in response to a changing environment, in Young, R., and Norby, L., Geological Monitoring: Boulder, Colorado, Geological Society of America, p. 69–103, 2009.

MARCON,A. L. No presente, mas também de olho no passado: Reminiscências da outrora comunidade do Córrego Grande, Florianópolis. Dissertação de mestrado. Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Antropologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

MASCARÓ, J.L. Manual de Loteamentos e Urbanizações. 2. ed. Porto Alegre: Sagra-DC Luzzato, 1977.

MONTGOMERY D.R. & BOLTON S.M. (2003) Hydrogeomorphic Variability and River Restoration. American Fisheries Society, 2003.
Disponível em: <http://rocky.ess.washington.edu>. Acessado em 22 de maio de 2014.

MONTGOMERY D.R. & BUFFINGTON J. M., Channel-reach morphology in mountain drainage basins. Geol. Soc. Am. Bull., 109, 596—611, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Restoration of aquatic ecosystems: science, technology, and public policy. National Academy Press, Washington, D.C., USA, 1992.

NEA - Núcleo de Estudos da Água. Pesquisas realizadas pelo LABDREN (laboratório de Drenagem) ENS/CTC/UFSC, 1996-2002. CD-ROM. V.1. Florianópolis, SC, 2002.

NETO, A, F, B. As relações socioambientais do Parque Municipal do Maciço da Costeira – Florianópolis – SC. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

NETO, A. M de Oliveira, G.G. e Corrêa, M.C. Memória de Bairros: Córrego Grande. UDESC, 156p., Florianópolis, 2006.

NRC (National Research Council). Restoration of Aquatic Ecosystems. National Academy Press, Washington, D.C, 1992.

NUNNALLY, N. R. & E. KELLER, E. Use of fluvial processes to minimize adverse effects of stream channelization. Rep. No. 144, Water Resour. Res. Inst., Univ. of North Carolina, Raleigh. 115 p, 1979.

OLLERO, A. Alteraciones geomorfológicas de los ríos en Europa y principios para la restauración de la dinámica fluvial. EXPOZARAGOZA, 2008.

BALLARÍN, D., DÍAZ BEA, E., MORA, D., SÁNCHEZ FABRE, M., ACÍN, V., ECHEVERRÍA, M.T., GRANADO, D., IBISATE, A., SÁNCHEZ GIL, L. Y SÁNCHEZ GIL, N. Un índice

hidrogeomorfológico (IHG) para la evaluación del estado ecológico de sistemas fluviales. *Geographica*, 52: 113-141, 2007.

OLLERO, A., D. BALLARÍN & D. MORA. Aplicación del índice hidrogeomorfológico IHG en la cuenca del Ebro. Guía metodológica. Zaragoza: Confederación Hidrográfica del Ebro, 93 pp, 2009.

MACHADO, A. T. G. da M.(org) 2010. Revitalização de Rios no Mundo: América, Europa e Ásia. Projeto Manuelzão. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 344p, 2010.

Disponível em: <http://www.manuelzao.ufmg.br>. Acesso em: Março, 2013.

POMPÊO. C. A. Drenagem urbana sustentável. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos/ ABRH*, Porto Alegre, v.5, n.1, p.15-23, 2000.

REURIS – REVITALISATION OF URBAN RIVER SPACES (2012) Manual for urban river revitalization: implementation, participation, benefits. Central Europe Programme. Disponível em: www.reuris.gig.eu. Acessado em junho de 2013.

RHOADS, B.L. Naturalizing straight urban streams using geomorphological principles. In: B. GUMIERO, M. RINALDI, B. FOKKENS, F. PRA LEVIS, B. BELLETI e C. BRUNO, eds. In: ECRR - IVth International Conference on River Restoration, 16/19 June, 2008.

ROSA, R. O. Estudos Ambientais da Grande Florianópolis: síntese temática - geomorfologia. Florianópolis: IBGE/IPUF/GRANDFPOLIS, 1997.

RUTHERFURD, I.D; JERIE, K; MARSH, N.A Rehabilitation Manual for Australian Streams.Vol. 1. Australia. 192p, 2000.

RYDER, D. S., BRIERLEY, G., HOBBS, R., KYLE, G., LEISHMAN,M. Vision generation: what do we seek to achieve in river rehabilitation? Pages 16-27 In: BRIERLEY G.J K. A. FRYIRS, K, A eds. *River Futures: An Integrative Scientific Approach to River Repair*. Island Press, Washington, D.C., USA, 2008.

SANCHES, P. M. O papel dos rios na cidade contemporânea: dimensão social e ecológica. In: APP URBANA 2007. Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. São Paulo: FAUUSP, 2007.

SANDER, C.; WANKLER, F. L. ; EVANGELISTA, R. A. DE O. ; SANTOS, M. L. DOS ; FERNANDEZ, O. V. Q. Intervenções antrópicas em canais fluviais em áreas urbanizadas: rede de drenagem do igarapé Caranã, Boa Vista - RR. Acta Geografica, v. 6, p. 59-84, 2012.

SANTOS, Graci Trevisan: Integração de Informações Pedológicas, Geológicas e Geotécnicas Aplicadas ao Uso do Solo Urbano em Obras de Engenharia. 1997, 208 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, UFRS, Porto Alegre, RS, 1997.

SCHUMM S.A. The fluvial system. Wiley, New York, 338 p, 1977.

SCHUMM, S.A. Evolution and response of the fluvial system: sedimentological implications. In: ETHRIDGE, F.G. & FLORES, R. (eds.) Recent and ancient non-marine depositional environments: models for exploration. Tulsa, SEMP. p. 19-29. (Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 31), 1981.

SCHWARZBOLD, A. O que é um rio? Ciência e Ambiente. Santa Maria, RS, n. 21, Gestão das Águas, 57-68, julho/dezembro, 2000.

SELLES, I. M.. Revitalização de Rios – Orientação Técnica. Rio de Janeiro. SEMADS. Cooperação Técnica Brasil-Alemanha. Projeto PLANAGUA-SEMADS/GTZ. 77p, 2001.

SEMADS/GTZ. Revitalização de Rios - Orientação Técnica. Rio de Janeiro: SEMADS, 76p, 2001.

SER - SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. Princípios da SER International sobre a restauração ecológica.

www.ser.org e Tucson: Society for Ecological Restoration International, 2004.

SOMMER, S. e ROSATELLI, J. S. Mapeamento Temático do município de Florianópolis – Solos. Florianópolis: IPUF/IBGE, 30 p,1991.

SOUZA, M. C. Algumas considerações sobre vegetação ripária. Cadernos da Biodiversidade, Curitiba, v. 2, n. 1, p 4-10, 1999.

SUGUIO, K. & BIGARELLA, J.J. Ambientes fluviais. 2 ed. Florianópolis: UFSC/UFPR, 1990.

TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN, J. R. G. M. O Enxame de diques Florianópolis na Ilha de Santa Catarina (SC): Mapa Geológico. In: IV Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados, Foz do Iguaçu, PR. 2008.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Limnologia. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

UREÑA, J.M; OLLERO,A. Criteriosy propuestas para la ordenación de áreas fluviales. Ciudad y territorio, Estudios Territoriales, XXXII(126): 689-710, 2000.

VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., CUSHING, C.E. The river continuum concept. Canadian Journal of Fish and Aquatic Sciences 37, 130–137, 1980.

VARGAS DE CRISTO, S. S. Análise de susceptibilidade a riscos naturais relacionados às enchentes e deslizamentos do setor leste da bacia hidrográfica do rio Itacorubi, Florianópolis - SC. Dissertação de Mestrado (Departamento de Geociências), Florianópolis-SC, 2002.

VÁRZEA, Virgílio. Santa Catarina: A ilha. Primeira parte. Rio de Janeiro: Cia. Typográfica do Brasil, 1900. Edição comemorativa do 4º. Centenário do Brasil, publicada pelo Centro Catarinense e auxiliada em parte pelo Governo, 1900.

VIEIRA, S. J. Transdisciplinaridade aplicada à Gestão Ambiental de Unidade de Conservação. Estudo de Caso: Manguezal do Itacorubi,

Florianópolis/SC. Sul do Brasil. Tese, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

WOLMAN, M.G. & MILLER, W.P. Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes. *Journal of Geology*, 68: 54-74, 1960.

ANEXO

CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA

Naturalidad del régimen de caudal ☐

Tanto la cantidad de caudal circulante por el sector como su distribución temporal y sus procesos extremos responden a la dinámica natural, por lo que el sistema fluvial cumple perfectamente su función de transporte hidrológico	10
Aguas arriba o en el propio sector funcional hay actuaciones humanas (embalses, derivaciones, vertidos, detracciones, retornos, trasvases, urbanización de la cuenca, incendios, repoblaciones, etc.) que modifican la cantidad de caudal circulante y/o su distribución temporal	-10
si hay alteraciones muy importantes de caudal, de manera que se invierte el régimen estacional natural, o bien circula de forma permanente un caudal ambiental estable	-8
si hay alteraciones marcadas en la cantidad de caudal circulante, al menos durante algunos periodos, lo cual conlleva inversiones en el régimen estacional de caudales	-6
si hay variaciones en la cantidad de caudal circulante pero las modificaciones del régimen estacional son poco marcadas	-4
si hay algunas variaciones en la cantidad de caudal circulante pero se mantiene bien caracterizado el régimen estacional de caudal	-2
si hay modificaciones leves de la cantidad de caudal circulante	-2

Disponibilidad y movilidad de sedimentos ☐

El caudal sólido llega al sector funcional sin retención alguna de origen antrópico y el sistema fluvial ejerce sin cortapisas la función de movilización y transporte de esos sedimentos.	10
Hay presas con capacidad de retener sedimentos en la cuenca vertiente y en los sectores superiores del sistema fluvial	-5
si más de un 75% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-4
si entre un 50% y un 75% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-3
si entre un 25% y un 50% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-2
si hay presas que retienen sedimentos, aunque afectan a menos de un 25% de la cuenca vertiente hasta el sector	-2
En el sector hay síntomas o indicios de dificultades en la movilidad de los sedimentos (<i>armouring</i> , <i>embeddedness</i> , alteraciones de la potencia específica, crecimiento de ciertas especies vegetales...) y pueden atribuirse a factores antrópicos	-2
	notables
	leves
Las vertientes del valle y los pequeños afluentes que desembocan en el sector cuentan con alteraciones antrópicas que afectan a la movilidad de sedimentos, o bien su conexión con el valle, la llanura de inundación o el propio lecho fluvial no es continua	-3
alteraciones y/o desconexiones muy importantes	-2
alteraciones y/o desconexiones significativas	-1
alteraciones y/o desconexiones leves	-1

Funcionalidad de la llanura de inundación ☐

La llanura de inundación puede ejercer sin restricción antrópica sus funciones de disipación de energía en crecida, laminación de caudales-punta por desbordamiento y decantación de sedimentos				10
La llanura de inundación cuenta con defensas longitudinales que restringen las funciones naturales de laminación, decantación y disipación de energía	si son defensas continuas	si son discontinuas pero superan el 50% de la longitud de la llanura de inundación	si alcanzan menos del 50% de la longitud de la llanura de inundación	
	si predominan defensas directamente adosadas al cauce menor	-5	-4	-3
	si están separadas del cauce pero restringen más del 50% de la anchura de la llanura de inundación	-4	-3	-2
	si sólo hay defensas alejadas que restringen menos del 50% de la anchura de la llanura de inundación	-3	-2	-1
La llanura de inundación tiene obstáculos (defensas, vías de comunicación elevadas, edificios, acequias...), generalmente transversales, que alteran los procesos hidro-geomorfológicos de desbordamiento e inundación y los flujos de crecida	si hay abundantes obstáculos			-2
	si hay obstáculos puntuales			-1
La llanura de inundación presenta usos del suelo que reducen su funcionalidad natural o bien ha quedado colgada por dragados o canalización del cauce	si los terrenos sobreelevados o impemeabilizados superan el 50% de su superficie			-3
	si los terrenos sobreelevados o impemeabilizados constituyen entre el 15% y el 50% de su superficie			-2
	si hay terrenos sobreelevados o impemeabilizados aunque no alcanzan el 15% de su superficie			-1

VALORACIÓN DE LA CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA ☐

Continúa...

CALIDAD DEL CAUCE

Naturalidad del trazado y de la morfología en planta ☐

El trazado del cauce se mantiene natural, inalterado, y la morfología en planta presenta los caracteres y dimensiones acordes con las características de la cuenca y del valle, así como con el funcionamiento natural del sistema					10
Se han registrado cambios de trazado artificiales y modificaciones antrópicas directas de la morfología en planta del cauce	si afectan a más del 50% de la longitud del sector	si afectan a una longitud entre el 25% y el 50%	si afectan a una longitud entre el 10% y el 25%	si afectan a menos del 10% de la longitud del sector	
si hay cambios drásticos (desvíos, cortas, relleno de cauces abandonados, simplificación de brazos...)	-8	-7	-6	-5	
si, no habiendo cambios drásticos, sí se registran cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones...)	-6	-5	-4	-3	
si, no habiendo cambios recientes drásticos o menores, sí hay cambios antiguos que el sistema fluvial ha renaturalizado parcialmente	-4	-3	-2	-1	
En el sector se observan cambios retrospectivos y progresivos en la morfología en planta derivados de actividades humanas en la cuenca o del efecto de infraestructuras					
					notables -2
					leves -1

Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales ☐

El cauce es natural y continuo y sus procesos hidrogeomorfológicos longitudinales y verticales son funcionales, naturales y acordes con las características de la cuenca y del valle, del sustrato, de la pendiente y del funcionamiento hidrológico					10
En el sector funcional hay infraestructuras transversales al cauce que rompen la continuidad del mismo	si embalsan más del 50% de la longitud del sector	si embalsan del 25 al 50% de la longitud del sector	si embalsan menos del 25% de la longitud del sector		
si hay al menos una presa de más de 10 m de altura y sin bypass para sedimentos	-5	-4	-3		
si hay varios azudes o al menos una presa de más de 10 m con bypass para sedimentos	-4	-3	-2		
si hay un solo azud	-3	-2	-1		
Hay puentes, vados u otros obstáculos menores que alteran la continuidad longitudinal del cauce		más de 1 por cada km de cauce		-2	
		menos de 1 por cada km de cauce		-1	
La topografía del fondo del lecho, la sucesión de resaltes y remansos, la granulometría-morfometría de los materiales o la vegetación acuática o pionera del lecho muestran síntomas de haber sido alterados por dragados, extracciones, solados o limpiezas		en más del 25% de la longitud del sector		-3	
		en un ámbito de entre el 5 y el 25% de la longitud del sector		-2	
		de forma puntual		-1	

Continua...

Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral ☐

El cauce es natural y tiene capacidad de movilizarse lateralmente sin cortapisas, ya que sus márgenes naturales presentan una morfología acorde con los procesos hidrogeomorfológicos de erosión y sedimentación		10
El cauce ha sufrido una canalización total o hay defensas de margen no continuas o infraestructuras (edificios, vías de comunicación, acequias...) adosadas a las márgenes	en más del 75% de la longitud del sector	-6
	entre un 50% y un 75% de la longitud del sector	-5
	entre un 25% y un 50% de la longitud del sector	-4
	entre un 10 y un 25% de la longitud del sector	-3
	entre un 5 y un 10% de la longitud del sector	-2
	en menos de un 5% de la longitud del sector	-1
Las márgenes del cauce presentan elementos no naturales, escombros o intervenciones que modifican su morfología natural	notables	-2
	leves	-1
En el sector se observan síntomas de que la dinámica lateral está limitada o no hay un buen equilibrio entre márgenes de erosión y de sedimentación, pudiendo ser efecto de actuaciones en sectores funcionales aguas arriba	notables	-2
	leves	-1

VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL CAUCE ☐

CALIDAD DE LAS RIBERAS

Continuidad longitudinal ☐

El corredor ribereño es continuo a lo largo de todo el sector funcional y en ambas márgenes del cauce menor, siempre que el marco geomorfológico del valle lo permita				10
La continuidad longitudinal de las riberas naturales puede estar interrumpida bien por usos del suelo permanentes (urbanización, naves, granjas, graveras, edificios, carreteras, puentes, defensas, acequias...) o bien por superficies con usos del suelo no permanentes (choperas, cultivos, zonas taladas, caminos...).	si más del 70% de las discontinuidades son permanentes	si entre un 30% y un 70% de las discontinuidades son permanentes	si menos del 30% de las discontinuidades son permanentes	
	si las riberas están totalmente eliminadas	-10	-10	-10
	si la longitud de las discontinuidades supera el 85% de la longitud total de las riberas	-10	-9	-8
	si las discontinuidades suponen entre el 75% y el 85% de la longitud total de las riberas	-9	-8	-7
	si las discontinuidades suponen entre el 65% y el 75% de la longitud total de las riberas	-8	-7	-6
	si las discontinuidades suponen entre el 55% y el 65% de la longitud total de las riberas	-7	-6	-5
	si las discontinuidades suponen entre el 45% y el 55% de la longitud total de las riberas	-6	-5	-4
	si las discontinuidades suponen entre el 35% y el 45% de la longitud total de las riberas	-5	-4	-3
	si las discontinuidades suponen entre el 25% y el 35% de la longitud total de las riberas	-4	-3	-2
	si las discontinuidades suponen entre el 15% y el 25% de la longitud total de las riberas	-3	-2	-1
	si las discontinuidades suponen menos del 15%	-2	-1	-1

Anchura del corredor ribereño ☐

Las riberas naturales supervivientes conservan toda su anchura potencial, de manera que cumplen perfectamente su papel en el sistema hidrogeomorfológico.				10
La anchura de la ribera superviviente ha sido reducida por ocupación antrópica	si la anchura media del corredor ribereño actual es inferior al 40% de la potencial			-8
	si la anchura media del corredor ribereño actual se encuentra entre el 40% y el 60% de la anchura potencial			-6
	si la anchura media del corredor ribereño actual se encuentra entre el 60% y el 80% de la anchura potencial			-4
	si la anchura media del corredor ribereño actual es superior al 80% de la potencial			-2
si la <i>Continuidad longitudinal</i> ha resultado 0 (ribera totalmente eliminada)		-10	si al aplicar estos puntos el resultado final es negativo, valorar 0	
si la <i>Continuidad longitudinal</i> ha resultado 1		-2		
si la <i>Continuidad longitudinal</i> ha resultado 2 ó 3		-1		

Estructura, naturalidad y conectividad transversal ☐

En las riberas supervivientes se conserva la estructura natural (orlas, estratos, hábitats), la naturalidad de las especies y toda la complejidad y diversidad transversal, no existiendo ningún obstáculo antrópico interno que separe o desconecte los distintos hábitats o ambientes que conforman el corredor.			10
Hay presiones antrópicas en las riberas (pastoreo, desbroces, talas, incendios, explotación del acuífero, recogida de madera muerta, relleno de brazos abandonados, basuras, uso recreativo...) que alteran su estructura, o bien la ribera se ha matorralizado por desconexión con el freático (cauces con incisión)	si se extienden en más del 50% de la superficie de la ribera actual	si se extienden entre el 25% y el 50% de la superficie de la ribera actual	si se extienden en menos del 25% de la superficie de la ribera actual
	-4	-3	-2
	si las alteraciones son importantes	-3	-2
La naturalidad de la vegetación ribereña ha sido alterada por invasiones o repoblaciones			-1
En el sector hay infraestructuras lineales, generalmente longitudinales o diagonales, (caméters, defensas, acequias, pistas, caminos...) que alteran la conectividad transversal del corredor			-4
si se distribuyen por todo el sector y la suma de sus longitudes supera el 150% de la longitud de las riberas			-3
si la suma de sus longitudes da un valor entre el 100% y el 150% de la longitud de las riberas			-2
si la suma de sus longitudes da un valor entre el 50% y el 100% de la longitud de las riberas			-1
si la suma de sus longitudes es inferior al 50% de la de las riberas			-1
si la <i>Continuidad longitudinal</i> ha resultado 0 (ribera totalmente eliminada)			-10
si la <i>Continuidad longitudinal</i> ha resultado 1			-2
si la <i>Continuidad longitudinal</i> ha resultado 2 ó 3			-1
si al aplicar estos puntos el resultado final es negativo, valorar 0			

VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS RIBERAS ☐

VALOR FINAL: CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA ☐